

MÉXICO TERCERA COMUNICACIÓN
NACIONAL ANTE LA **CONVENCIÓN**
MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología

MÉXICO
TERCERA COMUNICACIÓN NACIONAL
ANTE LA CONVENCIÓN MARCO
DE LAS NACIONES UNIDAS
SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO

COMISIÓN INTERSECRETARIAL SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

Secretarías participantes:

Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE)*

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural,

Pesca y Alimentación (SAGARPA)

Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT)

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL)

Secretaría de Economía (SE)

Secretaría de Energía (SENER)

Secretaría de Medio Ambiente y

Recursos Naturales (SEMARNAT)*

Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP)**

*Dependencias que coordinan la Comisión Intersecretarial sobre Cambio Climático.

** Dependencia invitada.

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



Instituto Nacional de Ecología
Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

D.R. © Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT)
Periférico sur 5000. Col. Insurgentes Cuicuilco,
C.P. 04530. México, D.F. www.ine.gob.mx

Primera edición: octubre 2006

REVISIÓN Y TIPOGRAFÍA: S y G editores, S.A. de C.V.

DISEÑO DE PORTADA: Álvaro Figueroa

FOTO DE PORTADA: Claudio Contreras

Edición para Internet: Susana Escobar

ISBN: 968-817-811-X
Impreso y hecho en México

Prólogo

México se complace en presentar su Tercera Comunicación Nacional a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y a los interesados en general. La Comunicación, además de dar cumplimiento a los compromisos asumidos por el País ante la Convención, es un instrumento de gran utilidad para fijar las políticas y estrategias nacionales en materia de cambio climático y refleja la cada vez más amplia participación de los tres órdenes de gobierno, los sectores productivos nacionales y el sector social mexicano en el avance de las medidas para estudiar, mitigar y adaptarse al fenómeno global del cambio climático.

Esta Tercera Comunicación Nacional cumple con el artículo 4, párrafo 1, relativo a compromisos de las Partes ante la CMNUCC, y con el artículo 12, párrafo 1, sobre la transmisión de información relacionada con la aplicación de la CMNUCC. En su integración se siguieron las directrices de la Convención para la preparación de las comunicaciones nacionales de las

Partes no-Anexo I (decisión 17/CP.8), con el fin de que la presentación de información en este documento se efectuase de manera coherente, transparente y comparable, así como flexible, teniendo en cuenta las circunstancias nacionales específicas, así como las responsabilidades comunes pero diferenciadas de las Partes.

El material en el que se basa esta Comunicación ha sido obtenido a través de numerosas actividades realizadas por instituciones gubernamentales, académicas y de investigación; por el sector privado y organizaciones no gubernamentales. Algunos de los científicos y técnicos nacionales que han colaborado en el proceso de elaboración de las comunicaciones nacionales también participan en grupos de trabajo para la elaboración del Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

El proceso de elaboración de comunicaciones nacionales se ha enriquecido con la valiosa cooperación norte/sur, a la vez que se ha continuado con la sur/sur

en algunos países de Centroamérica y el Caribe. Además de los recursos invertidos por las secretarías de estado que conforman la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, en los estudios preparatorios para la Comunicación, cabe destacar las importantes aportaciones realizadas con dicho fin por el Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), por la Agencia para la Protección Ambiental de Estados Unidos, (US-EPA); y por otras instituciones nacionales e internacionales, que generosamente colaboraron con valiosos insumos.

México queda profundamente agradecido con las instituciones, organizaciones, empresas y personas que han apoyado la realización de esta Tercera Co-

municación Nacional ante la CMNUCC. Nuestra labor ahora será buscar que la información que aquí se presenta sea de la mayor utilidad posible para la academia, el sector privado, los tomadores de decisiones y la sociedad en general. Se invita a las Partes y a la sociedad mexicana a enviar retroalimentación y comentarios que permitan mejorar nuestro desempeño en los compromisos adquiridos y en el logro último de la Convención.

Ing. José Luis Luege Tamargo
*Secretario de Medio Ambiente
y Recursos Naturales*

Contenido

Prólogo	vii	Agricultura	27
		Ganadería	28
Lista de Cuadros	xv	Generación de desechos	28
Lista de Figuras	xvii	Educación	30
Acrónimos	xx	Medio Ambiente	31
Resumen Ejecutivo	xxv		
Executive Summary	xxxiii		
I. Contexto Nacional	1	II. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	33
Características geográficas	1	Introducción	33
Localización	1	Arreglos Institucionales	34
Clima	2	Descripción del proceso de preparación del inventario	34
Recursos naturales	3	Panorama General 2002	36
Población	13	Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Categoría en 2002	36
Economía	19	Energía [1]	36
Energía	21	Procesos Industriales [2]	44
Petróleo	23	Solventes [3]	47
Electricidad	24	Agricultura [4]	47
Transporte	25	Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura [5] (USCUSS) (Preliminar)	48
Industria	26		
Turismo	27		

Desechos [6]	48	Sector bosques	88
Tendencia de las emisiones de gases de efecto Invernadero por tipo de gas	49	Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba	90
Tendencias en las emisiones totales de gases de efecto invernadero en CO ₂ equivalente	49	Sector agricultura	91
Emisiones de CO ₂ equivalente por habitante	49	Sector bosques	92
Emisiones de CO ₂ equivalente por Producto Interno Bruto (PIB)	49	Sector hídrico	95
Emisiones de bióxido de carbono, CO ₂	52	Conclusiones	97
Emisiones de metano, CH ₄	52	Estudio de adaptación en el sector agua urbana en Hermosillo, Sonora	97
Emisiones de óxido nitroso, N ₂ O	54	Adaptación y vulnerabilidad frente a la variabilidad del clima y el cambio climático en la gestión del agua en algunas zonas rurales de México	99
Emisiones de hidrofluorocarbonos, HFC	54	Vulnerabilidad del sector Energía	101
Emisiones de perfluorocarbonos, PFC	54	Escenarios de clima futuro	101
Emisiones de hexafluoruro de azufre, SF ₆	54	Demanda de energía en primavera-verano	102
Información sobre los gases de efecto invernadero indirecto	54	Generación de energía hidroeléctrica	103
Método de Referencia y Sectorial	57	Líneas de transmisión, eficiencia e infraestructura	103
Emisiones del Transporte Internacional Aéreo y Marítimo	58	Conclusiones	104
Fuentes Clave	59	El cambio climático y la salud de la población en México	105
Nivel de Incertidumbre	62	Golpes de calor	105
Comparación Internacional	64	Enfermedades transmitidas por vector: dengue y paludismo	105
III. Arreglos Institucionales para aplicar la Convención	71	Enfermedad diarreica aguda	106
Elaboración de Comunicaciones Nacionales	73	Conclusiones	107
IV. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático	75	Cambio climático y biodiversidad	107
Introducción	75	Metodología para construir escenarios	108
Escenarios de cambio climático para México	76	Proyecciones de las 40 especies endémicas bajo escenario de cambio climático	109
Programa de modelación del clima	78	Escenarios del impacto de la deforestación sobre la distribución de especies	110
Sector agua	81	Adaptación al cambio climático en humedales del Golfo de México	110
Vulnerabilidad del sector agua bajo cambio climático	81	Análisis de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en los sectores más relevantes del estado de Morelos	111
Medidas de adaptación en el sector agua	85	Análisis de posibles impactos del cambio climático en el sector turismo: Cancún como estudio de caso	113
Sector agricultura	85		
Escenarios futuros de la agricultura en México	86		
Estrategias de adaptación	87		

Acciones de adaptación recomendadas	114	Aprovechamiento del metano generado a partir del estiércol en granjas porcinas y vacunas	132
Vulnerabilidad y resiliencia ante el cambio climático: un análisis exploratorio para México	115	Estudios de aprovechamiento de biogás	133
Reducción de la vulnerabilidad en sectores prioritarios de México	115	Control conjunto de la contaminación urbana y de emisiones de gases de efecto invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México	133
Sector SAGARPA	115	Beneficios locales y globales del Control de la Contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México	133
Sector SEDESOL	118	Control conjunto de las emisiones locales y globales en la Zona Metropolitana de Guadalajara	134
V. Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático	121	Modelación del impacto económico de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero	134
Sector energía	121	Escenarios de emisiones y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en sectores clave (transporte y desechos)	134
Principales acciones de mitigación en el sector energético	122	Realización de mediciones de energía eléctrica en viviendas de interés social para el análisis de ahorros energéticos	137
Modificaciones regulatorias que fomentan la mitigación de emisiones mediante fuentes renovables	122	Valoración de ecotecnologías en viviendas de interés social en Torreón, Coahuila y Mexicali, Baja California	138
Aprovechamiento de energías renovables	124	Diseño de un plan de acción para promover la realización de inventarios e identificación de oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en la industria mexicana	139
Estado actual de las energías renovables	125	Proyección de emisiones del sector energético para los años 2008, 2012 y 2030	140
Desarrollo de energías renovables conectadas a la Red	125	Escenario base	140
Eficiencia energética y ahorro de energía	126	Escenario alternos	141
Combustibles fósiles más limpios	130		
Proyectos de aprovechamiento de biogás y gas de minas	131		
Cambio de combustibles	131		
Plan Nacional del Hidrógeno	131		
Captura de carbono	131		
Actividades de Investigación en el sector energía	131		
Prospectiva de Energías Renovables. Una Visión al 2030 de la utilización de las energías renovables en México	131		
Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México	132		
Evaluación del potencial de la biomasa como fuente de energía	132		
Estudio de política de biocombustibles para México	132		

Opciones de mitigación	142	Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, los derivados de la Biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA)	152
Costos y beneficios	146	Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP)	152
Conclusiones	146	Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)	153
Sector Transporte	147	Inventario Nacional Forestal y de Suelos	153
Principales acciones de mitigación en el sector transporte	148	Actividades de Investigación en el sector forestal	153
Cumplimiento de la normatividad vigente y desarrollo de capacidades de verificación vehicular	148	La modelación de la deforestación en México e implicaciones para proyectos de captura de carbono	153
Estudios para incrementar la eficiencia energética y reducir el consumo de combustibles (transporte carretero federal)	148	Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura	153
Desarrollo de capacidades en el sector comunicaciones y transporte	148	Índice de carbono para México	154
Apoyo al desarrollo de infraestructuras para mejores prácticas de transporte urbano	148	Proyecto Manejo Sustentable de Laderas (PMSL)	154
Esfuerzos de acción climática en el subsector autotransporte foráneo de carga y pasaje	149	Evaluación del potencial de captura de carbono en comunidades indígenas y campesinas del estado de Oaxaca	155
Desarrollo Social	149	Captura de carbono en los suelos de México y Centroamérica (Bioma A)	155
Principales acciones de mitigación en el sector social	149	Estudio del potencial de captura de carbono en cinco comunidades del municipio Tenosique, Tabasco	156
Residuos sólidos urbanos	149	Obtención de factores de emisión nacionales en el sector agropecuario	156
Transporte intraurbano	150	Diseño de una estrategia de restauración ambiental y prevención de incendios	158
Sector forestal	150	Sector agrícola	159
Principales acciones de mitigación en el sector forestal	151	Principales acciones de mitigación en el sector agrícola	159
Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR)	151		
Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN)	151		
Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (PROCOREF)	151		
Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II)	151		
Programa para la Integración y Desarrollo de Cadenas Productivas Forestales	152		
Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos	152		

Programa de fomento agrícola	159	Prioridades de investigación	172
Reconversión productiva	159	Fondo Sectorial de Investigación Ambiental	172
Programas de fomento ganadero	159	Incentivos a la Investigación	173
Manejo integrado de suelo y agua	159	Proyecto MILAGRO	174
Mecanización	160	Generación de energía eléctrica mediante gasificación de residuos biomásicos en la UNAM	175
Rehabilitación de las tierras de pastoreo	160	Agua y energía en la ciudad de México	175
Programa nacional de microcuencas (FIRCO)	160	Comunicación y Difusión	176
Proyecto de energía renovable para la agricultura (FIRCO)	160	Portal de Cambio Climático	176
Fondo de estabilización, fortalecimiento y reordenamiento de la cafecultura	161	Portal de Ecoetiquetado para Automóviles	178
Programa de prevención de incendios forestales	161	Guía Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda	178
Estudios para cuantificar y reducir emisiones de carbono en la producción de azúcar	161	Cuento para Niños	179
Otras actividades relevantes en materia de mitigación	161	Foros y Seminarios	179
Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática para el Sector Energía	161	Prensa y medios de comunicación	180
Fondo Mexicano de Carbono	162	Publicaciones	180
Programa Mexicano del Carbono	163	Fortalecimiento de capacidades y transferencia de tecnología	180
Programa voluntario de contabilidad e informe de gases efecto invernadero (Programa GEI México)	163	Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C.	180
Herramientas adaptadas para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero	164	Sistema del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	181
Proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero bajo el Mecanismo para un Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto	164	Sistema Nacional de Emisiones	181
Iniciativa de Metano a Mercados	164	Observación Sistemática	183
Actividades realizadas por el gobierno del Distrito Federal 2001-2006	167	Infraestructura de observación del Servicio Meteorológico Nacional	183
VI. Información relevante para el logro del objetivo de la convención	169	Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas	183
Investigación	169	Reseña de las actividades realizadas por la Secretaría de Marina, con relación al cambio climático (2001-2006)	183
Potencial de investigación en materia de cambio climático	169	Centro Nacional de Observación Climática de Gran Altitud	185
		Foro de Predicción Climática	186
		Programa GLOBE	186
		Participación en actividades internacionales	186
		Conferencias de las Partes de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto, y Reuniones de los Órganos Subsidiarios de la CMNUCC	187

Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático	187	Evaluación integrada de la vulnerabilidad social y adaptación al cambio y variabilidad climáticas de los productos agropecuarios en México y Argentina	194
Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático	188	Normas-Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Administración Ambiental	194
Instituto Interamericano de Investigación sobre el Cambio Global	188	Proceso de Montreal	195
Comisión para el Desarrollo Sustentable	189		
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico	189		
Diálogo Sobre Cambio Climático, Energía Limpia y Desarrollo Sustentable	190	VII. Obstáculos, carencias, y necesidades conexas de financiamiento, tecnología y capacidad	197
Grupo de Trabajo de Alto Nivel México- Estados Unidos sobre Cambio Climático	191	Asociados con la aplicación de actividades previstas en la Convención y con la preparación y el mejoramiento de las comunicaciones nacionales en forma continua	197
Colaboración México - Reino Unido para desarrollar el Plan Estatal de Acción Climática en Veracruz	191	Prioridades nacionales para la investigación en cambio climático	198
Cooperación bilateral en materia del Mecanismo para un Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto	192	Observación del fenómeno	199
Integración del tema cambio climático en las políticas nacionales	192	Modelos y escenarios	199
Convenciones sobre Cambio Climático y Diversidad Biológica	192	Riesgos y fenómenos extremos	199
Segundo Estudio de País sobre Biodiversidad	192	Ecosistemas	200
Autoevaluación de Capacidades Nacionales para la Implementación de las Convenciones sobre Diversidad Biológica, Cambio Climático y Combate a la Desertificación	193	Investigaciones sectoriales	200
		Investigación socioeconómica	200
		Política internacional	200
		Comunicación y educación	201
		Fuentes de financiamiento para la Tercera Comunicación Nacional	201
		VIII. Referencias	203
		Anexo	209

Cuadros y Figuras

Cuadros			
Cuadro I.1 Número de especies de plantas y vertebrados que se han extinguido en México desde el año 1600	7	Cuadro I.8 Producción nacional de los subsectores pecuario, pesca y acuacultura, 2000-2005 (Miles de toneladas)	29
Cuadro I.2 Zonas ecológicas y porcentaje de la superficie de cada formación en México, 2000	7	Cuadro I.9 Balances físicos de los recursos naturales, 1999-2004	32
Cuadro I.3 Cambio en la extensión del bosque, 1990-2005 (Ha)	8	Cuadro II.1 Arreglos institucionales para recolección de información	35
Cuadro I.4 Efectos de los fenómenos ocurridos en México en 2005	12	Cuadro II.2 Subcategorías de energía	38
Cuadro I.5 Efectos de los huracanes más destructivos en México, 1980-2005	13	Cuadro II.3 Emisiones de GEI de la categoría Energía (Gg)	38
Cuadro I.6 Población y pobreza en México, 1989-2004	16	Cuadro II.4 Emisiones de GEI de la categoría Energía por tipo de gas en CO ₂ equivalente	38
Cuadro I.7 Ingresos por remesas familiares, (millones de dólares) 2000-2006	19	Cuadro II.5 Emisiones Consumo de Combustibles y Emisiones de CO ₂ en las Industrias de Energía 2002-2004	43
		Cuadro II.6 Subcategorías de Procesos Industriales	44
		Cuadro II.7 Emisiones de GEI por gas, categoría Procesos industriales, 1990-2002, Gg	46

Cuadro II.8 Emisiones de GEI por gas, categoría Procesos Industriales, 1990-2002, Gg en equivalentes de CO ₂	46	Cuadro IV.5 Relaciones entre morbilidad por dengue y paludismo, y temperatura ambiente, ajustadas por precipitación mensual acumulada. 1998-2004	107
Cuadro II.9 Emisiones de COVDM por sector de la categoría Solventes para periodo 1990-2002, Gg	46	Cuadro IV.6 Relación de indicadores para el caso de México 2000, dentro de los sectores de capacidad de adaptación y sensibilidad	116
Cuadro II. 10 Subcategorías de Agricultura	47	Cuadro V.1 Proyectos Realizados y Ahorros Obtenidos por FIDE	127
Cuadro II. 11 Emisiones de metano (CH ₄) y óxido nitroso (N ₂ O) de la categoría Agricultura, Gg de CO ₂ equivalente	47	Cuadro V.2 Emisiones de bióxido de carbono en el periodo 2000-2020 en el escenario base	136
Cuadro II.12 Subcategorías de USCUS	48	Cuadro V.3 Comparación entre el caso base y la combinación de cinco opciones de mitigación de emisiones de bióxido de carbono en el sector transporte	137
Cuadro II. 13 Subcategorías de Desechos	49	Cuadro V.4 Reducción anual de las emisiones de gases con efecto invernadero de las seis principales opciones de mitigación con respecto al escenario base (%)	137
Cuadro II. 14 Emisiones en Gg de gases de efecto invernadero indirecto	57	Cuadro V.5 Escenarios al 2020	138
Cuadro II. 15 Comparación de las Emisiones de CO ₂ estimadas por los métodos de Referencia y Sectorial (Gg)	58	Cuadro V.6 Beneficios de la aplicación de medidas de Escenarios al 2020	139
Cuadro II. 16 Consumo de combustibles en Transporte Aéreo y Marítimo Internacional (PJ)	58	Cuadro V.7 Población y PIB para el escenario base	140
Cuadro II. 17 Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Precursores del Ozono en Bunker Internacional (Gg)	58	Cuadro V.8 Proporción de capacidad de generación con base en fuentes renovables (%)	143
Cuadro II. 18 Evaluación de fuentes clave por nivel para 2002	60	Cuadro V.9 Proporción de Capacidad de Generación con Base en Energía Nuclear (%)	143
Cuadro II. 19 Evaluación de fuentes clave por tendencia para 2002	61	Cuadro V.10 Comparación de opciones de mitigación	147
Cuadro II. 20 Incertidumbre total del inventario y por categoría	63	Cuadro V.11 Variación en las emisiones expresadas en Gg de CO ₂ eq (Inventario de 1990 y actualizaciones) utilizando diferentes factores de emisión	157
Cuadro II. 21 Países que representan el 95% de las emisiones globales de CO ₂ generadas en la quema de combustibles fósiles [1A], 2003	65	Cuadro V.12 Comparación de los factores de emisión de metano obtenidos por González-Avalos y Ruiz-Suárez (2006) respecto a los del IPCC reportados en 1997, expresado en porcentaje	157
Cuadro IV.1 Dirección del cambio en el clima de acuerdo con cada MCG	89	Cuadro. V.13 Valores por defecto de la quema de caña de azúcar utilizados previamente en diversos inventarios de GEI en México	158
Cuadro IV.2 Tipos de vegetación afectada por el cambio climático	90	Cuadro V.14 Empresas integrantes de los Grupos de Trabajo por sector	165
Cuadro IV.3 Superficie actual y proyectada (2020 y 2050) de los tipos de vegetación en México	90		
Cuadro IV.4 Propuestas de adaptación al cambio climático, identificadas para el sector agua en la región de Hermosillo, Sonora	99		

Cuadro V.15 Proyectos y anteproyectos bajo el MDL (10 de octubre 2006)	166	Figura I.15 Participación por petrolífero en la producción nacional, 2004 y 2014	25
Cuadro V.16 Proyectos de reducción de GEI en instituciones de PEMEX	167	Figura I.16 Número de vehículos de motor registrados en circulación, 2000-2005	26
Cuadro VI.1 Temas prioritarios de cada una de las convocatorias emitidas para el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental	174	Figura I.17 Producción y superficie cosechada de los principales productos agrícolas, 2000-2005	28
Cuadro VI.2 Algunas publicaciones en materia de cambio climático	181	Figura I.18 Volumen de producción de fertilizantes por tipo, 1997-2005	29
Cuadro VI.3 Descripción del contenido de algunas publicaciones importantes	182	Figura I.19 Generación de residuos sólidos urbanos por tipo de basura en 2005	30
Cuadro VI. 4 Huracanes de categoría 3, 4 o 5 que han impactado al México entre 1970 y 2005	184	Figura II.1 Estructura de los arreglos institucionales para la elaboración del INEGEI 1990-2002	35
Figuras		Figura II.2 Diagrama de emisiones de GEI para México	37
Figura I.1 Ubicación de México en el mundo	2	Figura II.3 Emisiones de GEI de la Categoría de Energía por tipo de gas 1990-2002	39
Figura I.2 Contraste entre el desarrollo y la disponibilidad de agua	4	Figura II.4 Cambio porcentual anual de las emisiones de GEI de la categoría Energía con respecto al año anterior	39
Figura I.3 Consumo de agua en México por sector, 2001 y 2005	4	Figura II.5 Cambio absoluto anual de las emisiones de GEI de la categoría Energía con respecto a 1990	40
Figura I.4 Principales causas de degradación de los suelos	6	Figura II.6 Intensidad energética de México, 1990-2002	40
Figura I.5 Incendios forestales y superficie afectada, 1997-2006	9	Figura II.7 Intensidad de emisiones de México, 1990-2002	41
Figura I.6 Riesgos naturales registrados en México de 1929 a 2004	11	Figura II.8 Emisiones de la categoría de Energía por tipo de combustible consumido en el país en subcategorías 1A1, 1A2 y 1A4.	42
Figura I.7 Población total y tasa de crecimiento media anual, 1990-2050	14	Figura II.9 Contribución porcentual por sector a las emisiones de GEI de la categoría Energía, 1990 y 2002	42
Figura I.8 Pirámides de la distribución de la población de México por edad, 2000 y 2050	15	Figura II.10 Contribución porcentual por sector a las emisiones de CO ₂ de categoría Procesos Industriales, 1990 y 2002	45
Figura I.9 Cobertura del sistema de salud en México, 2005	18	Figura II.11 Emisiones de GEI provenientes de la categoría de Desechos, 1990-2002	50
Figura I.10 Evolución del PIB nacional y su tasa de crecimiento real anual, 1990-2006	20	Figura II.12 Emisiones en Mt de CO ₂ equivalente por tipo de Gas, 1990-2002	50
Figura I.11 Evolución del PIB por subsectores, 1990-2004	20		
Figura I.12 Producción de energía primaria en México, 1995-2004	22		
Figura I.13 Evolución de la intensidad energética, 1995-2004	22		
Figura I.14 Evolución del consumo final total de energía y distribución por sectores, 1995-2004	23		

Figura II.13 Índice de emisiones, PIB y población para el periodo 1990-2002	51	Figura IV.5 Escenario de grado de presión (máxima) sobre el recurso agua al 2030 considerando sólo las tendencias en población, PIB y agricultura	83
Figura II.14 Emisiones de CO ₂ equivalente por habitante, 1990-2002	51	Figura IV.6 Grado de presión cuando se consideran las proyecciones socioeconómicas para 2030 y se incluyen los escenarios de cambio climático	84
Figura II.15 Emisiones de CO ₂ equivalente por Producto Interno Bruto, 1990-2002	52	Figura IV.7 Mapa de aptitud de maíz de temporal para México (Mapa base)	86
Figura II.16 Emisiones en millones de tCO ₂ por sector, 1990-2002	53	Figura IV.8 Cambio en la aptitud para maíz de temporal bajo escenarios A2 de cambio climático para el 2050	87
Figura II.17 Emisiones en Gg de CH ₄ , 1990-2002	53	Figura IV.9 Tipos de vegetación en México con base en INEGI-CONABIO (2002)	88
Figura II.18 Emisiones en Gg de N ₂ O, 1990-2002	55	Figura IV.10 Invernadero experimental en Apizaco, Tlaxcala	92
Figura II.19 Emisiones de HFC en equivalentes de CO ₂ , 1990-2002	55	Figura IV.11 Escenario tendencial de algunos indicadores de la pérdida de superficie forestal en Tlaxcala	94
Figura II.20 Emisiones de PFC en equivalentes de CO ₂ , 1990-2002	56	Figura IV.12 Escenario de adaptación con algunos indicadores controladores de la pérdida de superficie forestal en Tlaxcala	94
Figura II.21 Emisiones de SF ₆ en equivalentes de CO ₂ de 1990 al 2002	56	Figura IV.13 Comparación de volúmenes totales de extracción y disponibilidad de agua	96
Figura II.22 Emisiones de gases de efecto invernadero indirecto, 1990-2002	57	Figura IV.14 Tendencias de la disponibilidad de agua ante el cambio climático	98
Figura II.23 Comparación internacional de emisiones CO ₂ per capita vs. PIB per capita, 2003	66	Figura IV.15 Zonas de riesgo por concentración de un gran número de habitantes y de actividades económicas	100
Figura II.24 Comparación internacional de emisiones CO ₂ per capita vs. IDH	68	Figura IV.16 Tendencias de los eventos extremos de lluvia en Motozintla, Chiapas	102
Figura II.25 Comparación internacional de emisiones CO ₂ per capita vs. IDH alto	68	Figura IV.17 Comparación de las necesidades de enfriamiento bajo condiciones actuales (1961-1990) y condiciones de cambio climático, estimadas a través del PET para el estado de Veracruz	103
Figura II.26 Comparación internacional de emisiones CO ₂ per capita vs. IDH medio	70	Figura IV.18 Tendencias en las fechas promedio de inicio y término de los periodos con temperatura máxima mayor a 30°C, en Nayarit	104
Figura III.1 Estructura de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático	72		
Figura IV.1 Escenarios de cambio en temperatura de superficie (°C) para junio, en el clima de 2020, 2050 y 2080, para escenarios de emisiones A2 (parte superior) y B2 (parte inferior), de acuerdo con diversas proyecciones de MCG	77		
Figura IV.2 Mediana de los cambios proyectados en precipitación (mm/día) para junio, en el clima de 2020, 2050 y 2080, en escala de colores	79		
Figura IV.3 Anomalías en temperatura y precipitación para México (promedio país)	80		
Figura IV.4 Grado de presión sobre el recurso hídrico	82		

Figura IV.19 Mortalidad por golpes de calor entre 1979 y 2003	106	Figura V.3 Capacidad de generación en el escenario de la Visión 2030 con alta penetración de renovables	144
Figura IV.20 Temperaturas máximas, mortalidad (1979-2004) y morbilidad (1998-2004) por enfermedad diarreica aguda en Chiapas	108	Figura V.4 Capacidad de generación en el escenario con penetración intensa de renovables	145
Figura IV.21 Impacto del cambio climático sobre la distribución de tres especies endémicas de México	109	Figura V.5 Capacidad de generación en el escenario con baja penetración de renovables	145
Figura IV.22 Simulación de eventos extremos (huracanes) usando el Earth System Simulator del Instituto de Investigaciones Meteorológicas en Tsukuba, Japón	112	Figura VI. 1 Potencial de investigación en materia de cambio climático en México, 2005	171
Figura IV.23 Distribución mensual de días de ocupación de cuartos en Cancún durante los años 2000-2005	114	Figura VI. 2 Tendencias en el número de investigadores por tema de investigación	171
Figura V.1 Emisiones nacionales de CO ₂ equivalente	142	Figura VI. 3 Cobertura geográfica del proyecto MILAGRO (mapa)	176
Figura V.2 Capacidad de generación en el escenario de la visión 2030 con baja penetración de renovables	144	Figura VI. 4 Portal de Cambio Climático	177
		Figura VI. 5 Portal de Eco-Etiquetado para automóviles en México	178
		Figura VI. 6 Sistema del inventario de emisiones de GEI	182

Acrónimos

AEAE	Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C.	CAMIMEX	Cámara Minera de México
AI	Anexo I	CANACERO	Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero
ALADI	Asociación Latinoamericana de Integración	CANACINTRA	Cámara Nacional de la Industria de la Transformación
ALCA	Área de Libre Comercio de las Américas	CANAME	Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas
AMIA	Asociación Mexicana de la Industria Automotriz	CCA-UNAM	Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM
AMIS	Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros	CCD	Centros Comunitarios Digitales
ANIQ	Asociación Nacional de la Industria Química	CCMSS	Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, AC
ANP	Áreas Naturales Protegidas	CDB	Convención sobre Diversidad Biológica
ANPACT	Asociación Nacional de Productores de Autobuses, Camiones y Tractocamiones, A.C.	CDS	Comisión para el Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas
APEC	Mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico	CEDA	Centro de Estudios para el Desarrollo Alternativo
APF	Marco de Políticas para la Adaptación (Adaptation Policy Framework)	CEMDA	Centro Mexicano de Derecho Ambiental
ATPAE	Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética	CENAPRED	Centro Nacional de Prevención de Desastres
BID	Banco Interamericano de Desarrollo	CENIDET	Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Bio-CF	BioCarbon Fund del Banco Mundial	CER	Certificados de Reducción de Emisiones

CESPEDES	Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable	CRE	Comisión Reguladora de Energía
CFE	Comisión Federal de Electricidad	CTADA	Costos Totales por el Agotamiento y Degradación Ambiental
CGCM2	Canadian Centre for Climate Modelling Analysis	D.F.	Distrito Federal
CIBNOR	Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste	ECOSUR	Colegio de la Frontera Sur
CICC	Comisión Intersecretarial de Cambio Climático	EDA	Enfermedad Diarreica Aguda
CICESE	Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada	ELAC	Estrategia Local de Acción Climática
CICIMAR	Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas	ENOS	El Niño/Oscilación del Sur
CIECO-UNAM	Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la UNAM	EUA	Estados Unidos de América
CMIC	Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción	FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	FAPRACC	Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climáticas
CNA	Comisión Nacional del Agua	FE	Factor de Emisión
CNEC	Cámara Nacional de Empresas de Consultoría	FGRA-FBS	Fundación Gonzalo Río Arronte-Fundación Javier Barros Sierra
CNICP	Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel	FIDA	Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola
COCEF	Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza	FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
COLPOS	Colegio de Postgraduados	FIPATERM	Fideicomiso para el Aislamiento Térmico
COMEGEI	Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero	FIRCO	Fideicomiso de Riesgo Compartido
CONABIO	Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	FMI	Fondo Monetario Internacional
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	FONDEN	Fondo de Desastres Naturales
CONAE	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía	FUMEC	Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, A.C.
CONAFOR	Comisión Nacional Forestal	G8	Grupo de los 8 (Estados Unidos, Rusia, Alemania, Reino Unido, Francia, Japón, Italia y Canadá)
CONAFOVI	Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda	G8+5	Grupo de los 8 países más Brasil, China, India, México y Sudáfrica
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	GARP	Genetic Algorithm for Rule-set Prediction
CONANP	Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas	GDF	Gobierno del Distrito Federal
CONAPESCA	Comisión Nacional de Pesca	GEF	Fondo para el Medio Ambiente Mundial
CONAPO	Consejo Nacional de Población	GEI	Gases de Efecto Invernadero
CONAVI	Consejo Nacional de Vivienda	GIRA	Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada, A.C.
CONAZA	Comisión Nacional de Zonas Áridas	GOF	Fondo de Oportunidades Globales (<i>Global Opportunities Fund</i>) del Reino Unido
CONCAMIN	Confederación de Cámaras Industriales	GRD	Gestión del Riesgo de Desastres
COTENNSAAM	Comité Técnico Nacional de Normalización de Sistemas de Administración Ambiental	GTZ	Agencia de Cooperación Técnica Alemana
		IAI	Instituto Interamericano de Investigación sobre el Cambio Global
		ICLEI	Consejo Internacional para las Iniciativas Ambientales Locales
		IDESA	Industrias Derivadas del Etileno, S.A.
		IDH	Índice de Desarrollo Humano
		IEA	Agencia Internacional de Energía

IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas	NAI	No-Anexo I
IM	Índice de Marginación	NMX	Norma Mexicana
IMNC	Instituto Mexicano de Normalización y Certificación	NOAA	Administración Nacional de Océanos y Atmósfera de los Estados Unidos
IMP	Instituto Mexicano del Petróleo	NOM	Norma Oficial Mexicana
IMSS	Instituto Mexicano del Seguro Social	OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
IMT	Instituto Mexicano del Transporte	OMC	Organización Mundial de Comercio
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del Agua	ONG	Organizaciones No Gubernamentales
INE	Instituto Nacional de Ecología	PACD	Plan de Acción contra la Desertificación
INEE	Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación	PAESE	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
INEGEI	Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero	PANDSOC	Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas
INEGI	Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática	"PDD"	Documento de Diseño de Proyecto
INEM	Inventario Nacional de Emisiones	PEA	Población Económicamente Activa
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional para la Vivienda para los Trabajadores	PEMEX	Petróleos Mexicanos
INIFAP	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias	PERGE	Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala
INTEX-B	Proyecto <i>Intercontinental Chemical Transport Experiment (Phase B)</i>	"PET"	Temperatura Fisiológica Equivalente
IRA	Índice de los Recursos Renovables Reales del Agua	PIASRE	Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente
ISAN	Impuesto Sobre Automóviles Nuevos	PIB	Producto Interno Bruto
ISO	Organización Internacional de Normalización	PICC	Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático
ISSSTE	Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado	PIE	Productores Independientes de Energía
LAC	Latinoamérica y el Caribe	PIMAAT	Proyecto de Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte
LAFRE	Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía	PIN	Nota de Idea de Proyecto
LP	Gas licuado de petróleo	PMC	Programa Mexicano de Carbono
LUCS	Land Use and Carbon Sequestration Model	PMSL	Proyecto de Manejo Sustentable de Laderas
LyFC	Luz y Fuerza del Centro	PNUD	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
M2M	Metano a Mercados (<i>Methane to Markets</i>)	PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente
MASTU	Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para el Transporte Urbano	PPP	Paridad del Poder Adquisitivo (PPP por sus siglas en inglés)
MAX-Mex	Proyecto <i>Megacity Aerosol Experiment-Mexico City</i>	PROAIRE	Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010
MCG	Modelos de Circulación General	PROCOREF	Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales
MDL	Mecanismo para un Desarrollo Limpio	PROCYMAF II	Programa de Desarrollo Forestal Comunitario
MIAF	Sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales	PRODEFOR	Programa de Desarrollo Forestal
MILAGRO	<i>Megacity Initiative: Local and Global Research Observations</i>	PRODEPLAN	Programa de Plantaciones Forestales Comerciales
MIRAGE-Mex	Proyecto <i>Megacities Impacts on Regional and Global Environment</i>		

PROFEPA	Procuraduría Federal de Protección al Ambiente	SIGER	Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables
PRONARE	Programa Nacional de Reforestación	SMADF	Secretaría de Medio Ambiente del Distrito Federal
PSA-CABSA	Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, los derivados de la Biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de los Sistemas Agroforestales	SMN	Servicio Meteorológico Nacional de México
		SNI	Sistema Nacional de Investigadores
		SPS	Seguro Popular de Salud
		SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
PSA-H	Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos	"SRES"	Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones
RETC	Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes	SSA	Secretaría de Salud
		SUTERM	Sindicato Único de Trabajadores Electricistas de la República Mexicana
RIOCC	Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático	TLC	Tratado de Libre Comercio de América del Norte
RNH	Red Nacional de Hidrógeno	UABC	Universidad Autónoma de Baja California
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación	UACH	Universidad Autónoma de Chapingo
		UAM	Universidad Autónoma Metropolitana
SCEEM	Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México	UAT	Universidad Autónoma de Tamaulipas
		UMA	Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre
SCT	Secretaría de Comunicaciones y Transportes	UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México
SE	Secretaría de Economía	"USEPA"	Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos
SEDENA	Secretaría de la Defensa Nacional	"USAID"	Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social	USCUSS	Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura
SEGOB	Secretaría de Gobernación	UV	Universidad Veracruzana
SEMAR	Secretaría de Marina	"WBCSD"	Consejo Mundial de Negocios de Desarrollo Sustentable
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales	"WRI"	Instituto de Recursos Mundiales
		ZMVM	Zona Metropolitana del valle de México
SEMIPRODESO	Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos Sólidos		
SEN	Sistema Educativo Nacional		
SENER	Secretaría de Energía		
SEP	Secretaría de Educación Pública		
SHCP	Secretaría de Hacienda y Crédito Público		
SIEPCRM	Servicios Integrales de Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en México		

Unidades

Gg	Giga gramos (10 ⁹ gramos, mil toneladas)	l/hab/día	litro por habitante por día
GJ/Ton	Giga Joule por tonelada	l/s	litro por segundo
GW-h	Giga Watt por hora	Mbdpce	Miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente
ha	hectárea	Mbd	Miles de barriles diarios
ha/año	hectáreas por año	mm/día	milímetro por día
kg/hab-día	kilogramos por habitante por día	m ³ /r	metro cúbico por rollo
KJ	kilo Joule (10 ³ Joule)	m/s	metro por segundo
km	kilómetro	m ³ /s	metro cúbico por segundo
km/l	kilómetro por litro	m ³ /hab/año	metro cúbico por habitante por año
km ²	kilómetro cuadrado	Mm ³	Millones de metros cúbicos
km ³	kilómetro cúbico	Mt	Millones de toneladas
ktC	kilo tonelada de Carbono	MW	Megawatt (10 ⁶ Watt)
kW-h	kilowatt (10 ³ Watt) por hora	PJ	Petajoule (10 ¹⁵ Joule)
kW-h/m ² -año	kilowatt por hora por metro cuadrado por año	Ton de CO ₂	Tonelada de bióxido de carbono

Compuestos químicos

CO ₂ eq	Bióxido de carbono equivalente (GWP = 100)	CFC	Clorofluorocarbonos
CH ₄	Metano	HFC	Hidrofluorocarbonos
CO	Monóxido de carbono	N ₂ O	Óxido nitroso
CO ₂	Bióxido de carbono	NOx	Óxidos de nitrógeno
COVDM	Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano	PFC	Perfluorocarbonos
		SF ₆	Hexafluoruro de azufre
		SO ₂	Bióxido de azufre

Resumen Ejecutivo

La Primera Comunicación Nacional de México se presentó ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en 1997, tres años después de que este instrumento entrara en vigor para el país. De lo más importante de este informe fue el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) para el año de 1990 y también los resultados de los primeros estudios sobre la vulnerabilidad del país al cambio climático.

A su vez, la Segunda Comunicación Nacional de México sobre el Cambio Climático se presentó a la CMNUCC en 2001. Ésta incluyó la actualización del INEGEI para el periodo 1994-1998; las cifras de uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura (US-CUSS) se informaron sólo para 1996; además se incluyeron escenarios de emisiones futuras.

Cabe mencionar que ambas comunicaciones fueron realizadas con fondos del gobierno mexicano.

La Tercera Comunicación Nacional presenta la actualización de dicho inventario al 2002, se calcula-

ron de nuevo las cifras para los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998 y 2000. La categoría de USCUS fue actualizada al periodo 1993-2002. Para la realización del INEGEI, de los estudios de mitigación y adaptación al cambio climático y de los materiales educativos y de divulgación del tema, se contó con financiamiento del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés) y del gobierno de México. En esta ocasión, el proceso de planificación de su contenido incluyó la consulta con académicos, representantes de instituciones gubernamentales, iniciativa privada y de organizaciones no gubernamentales, para conocer su opinión sobre lo que debía mejorarse en esta comunicación, con respecto a las anteriores. También se realizó una consulta pública con el mismo fin. Una de las recomendaciones de la consulta fue la conveniencia de elaborar un Portal de Cambio Climático, que

desde junio de 2005 se encuentra alojado en la página electrónica del Instituto Nacional de Ecología (INE).

Contexto Nacional

La población del país creció de 97.5 a 104.9 millones de habitantes en el periodo de 2000 a 2005. La tasa media de crecimiento anual de la población en ese periodo fue de 1.26%. Los hombres conformaron 48.7% de la población y las mujeres 51.3%. Se prevé que la población aumente a 129.6 millones en 2050 y la edad promedio pasará de 28.3 a 42.7 años en el periodo 2005-2050.

La economía mexicana se ubicó en la treceava posición a nivel mundial con base en su Producto Interno Bruto (PIB). Con respecto al comercio exterior, México es la octava potencia en el mundo desde 2003. En el periodo 2000-2006, el PIB pasó de \$1,605 miles de millones de pesos de 1993 a \$1,822 miles de millones de pesos del mismo año. El crecimiento real anual del PIB nacional con respecto al año anterior fue de 6.6% y 3.0% en 2000 y en 2005, respectivamente. Para efectos de comparación internacional, el PIB de México fue de \$262,710 millones de dólares en 1990 y de \$768,437 millones de dólares en 2005. El PIB per capita creció 6.5% anual en el periodo 1990-2003, de \$4,456 a \$9,168 dólares.

La intensidad energética fue de 3,986.5 kilojoules (kJ) en 2004, superior en 0.9% a la de 2003. La tasa media de crecimiento anual de 1995 a 2004 fue menor que 1.3%. Por otro lado, el consumo del sector energético, que incluye autoconsumo, consumo por transformación, pérdidas por distribución e insumos y trasposos, disminuyó 6.1%, de 2003 a 2004.

La producción de energía primaria en 2004 fue de 10,331 petajoules (PJ), 2.6% más que en 2003. Los principales componentes fueron los hidrocarburos con 90.6%; la electricidad primaria (hidroenergía, nucleenergía, geoenergía y energía eólica) con 4.1%; 3.4% de la biomasa y 1.9% de carbón.

El consumo nacional de energía fue de 6,816 PJ, 5.3% más con respecto al 2003; el 35.1% se destinó al propio sector energético y 64.5% al consumo final total. El sector transporte participó con 46.2% del

consumo final energético y 29.9% el sector industrial. Los subsectores residencial, comercial y público participaron con 21.1% y el sector agropecuario con 2.9%. Resalta el crecimiento de 13.5% del consumo en el sector transporte, debido principalmente al consumo de gasolinas y diesel.

México ocupó el catorceavo lugar mundial en reservas probadas de petróleo crudo en 2006; el sexto entre los países productores de petróleo crudo en 2005; mientras que como empresa, Petróleos Mexicanos ocupó el tercer lugar en 2004. La producción de petróleo crudo ascendió a 3.3 millones de barriles diarios.

Por último, es muy importante destacar que según información proporcionada por la Secretaría de Desarrollo Social, en 2004 el porcentaje de la población en condiciones de pobreza era de 47% del total.

Arreglos Institucionales para aplicar la Convención

Los principales arreglos institucionales los ha realizado la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), que es responsable de conducir la política nacional en materia de medio ambiente. Para dar cumplimiento a la política en materia de cambio climático, la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT cuenta con la Dirección General Adjunta para Proyectos de Cambio Climático, encargada de promover y facilitar el desarrollo de proyectos del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) en el país. Por su parte, la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de esta Secretaría, tiene entre sus atribuciones, la promoción y organización de la participación de la Secretaría y de sus órganos desconcentrados, en reuniones o foros de carácter internacional, en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE).

Un paso muy importante para la integración de la participación de diferentes secretarías en la toma de decisiones sobre el tema, fue el establecimiento de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC). En el Diario Oficial de la Federación del 25 de abril de 2005, aparece el acuerdo por el que se crea

con carácter permanente, con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), 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 en la CMNUCC y los demás instrumentos derivados de la misma. Dicho acuerdo también tiene por objeto identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso, aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de GEI en México, en términos del Protocolo de Kioto, así como de otros instrumentos tendientes al mismo objetivo.

Los integrantes de la Comisión son los titulares de las Secretarías de Relaciones Exteriores; Desarrollo Social; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; y Comunicaciones y Transportes. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público participa como invitada.

Asimismo, de suma importancia es destacar que la Secretaría de Energía (SENER) creó en febrero de 2005, mediante la firma de un Convenio de Colaboración, el Comité de Cambio Climático del Sector Energía, el cual integra la visión del mismo en su conjunto y es el mecanismo de coordinación para el seguimiento, análisis y definición de políticas y actividades relacionadas con Cambio Climático y el MDL en el Sector Energía. También es el mecanismo de coordinación con la SEMARNAT.

El Comité es presidido por la Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico de la SENER y en él participan representantes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Luz y Fuerza del Centro (LyFC), la Comisión Reguladora de Energía (CRE), la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), y el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

En el rubro de investigación, el Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT cuenta con la Coordinación del Programa de Cambio Climático, su misión es realizar y coordinar estudios sobre cambio climático en México, con el fin de asegurar el cumplimiento de compromisos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006, en los Programas Sectoriales e Institucionales y con los adquiridos ante la CMNUCC, como Parte No Anexo I de la Convención.

En el Capítulo VI se mencionan con detalle los importantes arreglos que han desarrollado otras secretarías para cumplir con el tema.

Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) 1990-2002

Se realizó la actualización del INEGEI para 2002 y se volvieron a calcular, con las metodologías del PICC, las cifras para los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, y 2000.

Para el 2002, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), de los seis gases enunciados en el anexo A del Protocolo de Kioto, se estimaron en 643,183 Gg, en bióxido de carbono equivalente (CO₂ eq).

Los resultados del INEGEI, 1990-2002, indican que el crecimiento de las emisiones de los sectores, en CO₂ eq, con excepción de Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) fue de aproximadamente 30%, lo que significa un crecimiento promedio anual de 2.2%.

La contribución de las emisiones de los GEI de las diferentes categorías en términos de CO₂ eq, es la siguiente: energía 61%, con 389,497 Gg; USCUSS 14%, con 89,854 Gg; desechos 10%, con 65,584 Gg; procesos industriales 8%, con 52,102 Gg y agricultura 7% con 46,146 Gg.

Las emisiones de GEI por gas en CO₂ eq se desagregan de la manera siguiente: CO₂ 480,409 Gg, con 74%; metano (CH₄) 145,586 Gg, con 23%; óxido nitroso (N₂O) 12,343 Gg, con 2%; y el restante 1% se compone de 4,425 Gg de hidrofluorocarbonos (HFC); 405 Gg de perfluorocarbonos (PFC); y 15 Gg de hexafluoruro de azufre (SF₆).

Generación de Energía

La generación de energía representó 24% de las emisiones totales del país, el transporte 18%, el consumo de combustibles fósiles para la manufactura y la industria de la construcción 8%, los sectores residencial, comercial y agrícola 5%, mientras que las emisiones fugitivas de metano 6%. En conjunto, las fuentes fijas y de área (que incluyen generación de energía, manufactura e industria de la construcción y otros sectores de la energía, sin contar el transporte) representaron 37% del total.

Las emisiones de GEI de la categoría de Energía, expresadas en CO₂ eq, registraron un aumento de 312,027 Gg a 389,497 Gg, lo que representa 25% de aumento de 1990 a 2002.

Procesos Industriales

El principal gas emitido por la categoría de Procesos Industriales es el CO₂, que en el 2002 representó 90% de las emisiones, con 47,069 Gg. Las emisiones de CO₂ aumentaron 51% con respecto al año base 1990, debido a la mayor producción de cemento, a mayor utilización de piedra caliza y dolomita; y al incremento en la producción de materias primas, de productos y derivados siderúrgicos en el país.

Las emisiones de los gases fluorados muestran un importante aumento en el periodo 1992 a 2002, por un mayor uso de HFC en refrigeradores y sistemas de aire acondicionado en industrias, viviendas y automóviles. Estos gases fluorados sustituyen a algunos de los clorofluorocarbonos (CFC) controlados por el Protocolo de Montreal, cuyo uso está restringido en el mundo.

Solventes

Las emisiones totales de Compuestos Orgánicos Volátiles Distintos al Metano (COVDM) en 2002 fueron de 220.5 Gg, y su principal fuente son los solventes. Dichas emisiones registraron un aumento de 84% de 1990 a 2002.

Agricultura

Para el periodo comprendido entre los años 1990-2002, las emisiones de CH₄ representaron 84% de la categoría y las de N₂O 16%. Se aprecia una disminución en las emisiones de esta categoría, de 47,427 a 46,146 Gg, que posiblemente se deba a la importación de granos básicos como el arroz y por el estancamiento del sector pecuario en el país.

Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) (Preliminar)

Las emisiones estimadas corresponden a promedios anuales de GEI para el periodo de 1993 a 2002, que en unidades CO₂ eq, fueron de 89,854 Gg.

En términos de CO₂ la categoría USCUSS aporta un total de emisiones de 86,877 Gg en 2002. Estas emisiones son el resultado del balance entre 64,484 Gg provenientes de la combustión y descomposición de biomasa aérea asociada con los procesos de conversión de bosques a otros usos; más 30,344 Gg de emisiones derivadas de suelos minerales y áreas agrícolas; más 4,932 Gg por emisión en bosques manejados, menos la captura de 12,883 Gg en tierras abandonadas.

Desechos

Las emisiones de GEI en el 2002, en CO₂ eq, fueron de 65,584 Gg, mientras que en 1990 se emitieron 33,357 Gg.

Se observa un incremento de 96% de 1990 a 2002, como resultado del aumento en la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios y del impulso dado en la última década al tratamiento de las aguas residuales industriales y municipales; dentro de este porcentaje también se incluye el cambio registrado en las emisiones por incineración de residuos peligrosos, cuyo valor se multiplicó por 30 entre 1990 y 2002, pero su contribución al total en este último año es menor al 0.5%. La incineración de residuos es una actividad relativamente nueva en el país.

Adaptación al cambio climático

México, por su ubicación geográfica, topografía y aspectos socioeconómicos, es especialmente vulnerable a los impactos de la variabilidad y el cambio climático. Los fenómenos El Niño o La Niña, así como condiciones hidrometeorológicas extremas, han resultado en graves daños y desastres en diversos sectores socioeconómicos del país.

Con base en resultados de los escenarios climáticos, generados con Modelos de Circulación General (MCG) bajo escenarios de emisión A2 y B2, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Es muy probable que el clima de México sea más cálido para el 2020, 2050 y 2080, principalmente en el norte del país;
- Se proyectan disminuciones en la lluvia, así como cambios en su distribución temporal, con respecto al escenario base de 1961-1990. Por ejemplo, se esperan reducciones de hasta 15% en regiones del centro y de menos de 5% en la vertiente del Golfo de México, principalmente entre enero y mayo;
- El ciclo hidrológico se volverá más intenso, por lo que aumentará el número de tormentas severas y la intensidad de los periodos de sequía. Se realizó un compendio sobre los impactos por inundaciones en los sectores socioeconómicos del estado de Veracruz, mostrando que los costos de alterar el ciclo hidrológico son altos;
- Las componentes del ciclo hidrológico indican que en México cerca de 75% de la precipitación se evapotranspira y 5% recarga los acuíferos. El balance hídrico sugiere que el aumento en temperatura hará que la evapotranspiración se incremente y que la humedad en el suelo disminuya. Las evaluaciones del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (PICC) indican que México puede experimentar una disminución significativa en el escurrimiento, del orden del 10 al 20% a nivel nacional, y mayor al 40% en los humedales costeros del Golfo;
- En el caso de los fenómenos extremos como los frentes fríos (nortes), es posible que éstos se vuel-

van menos frecuentes. Es incierto en qué medida dicha disminución podría afectar las precipitaciones, pero de acuerdo con ciertos escenarios, éstas tenderán a disminuir principalmente en la vertiente del Golfo de México;

- La temperatura de la superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico Mexicano podría aumentar entre 1 y 2 °C. Con base en consideraciones físicas, incrementos en la temperatura del mar aumentan la eficiencia de los ciclones tropicales, favoreciendo las probabilidades de que éstos alcancen categorías mayores en la escala Saffir-Simpson; y
- A partir del 2020, los mayores incrementos de temperatura se darán bajo el escenario A2 en comparación con el B2, debido principalmente a la diferencia en emisiones de GEI entre ambos escenarios. De ahí la importancia en promover estrategias globales de mitigación de emisiones de GEI.

En el Capítulo IV se mencionan algunos de los principales estudios realizados en instituciones de educación superior e investigación del país sobre el tema.

Mitigación

Proyección de emisiones en el sector energía para los años 2008, 2012 y 2030

Se realizó la proyección de las emisiones de GEI con base en el INEGEI 1998-2002, para el Sector Energético Mexicano, para los años 2008, 2012 y 2030. Los sectores fueron considerados de acuerdo con la metodología del PICC, por demanda de energía de los sectores: industrial, manufactura y la construcción, transporte, otros sectores (residencial, comercial, público y agropecuario).

Asimismo, se consideró el uso de energía en las industrias productoras de la misma, que incluye la generación de electricidad; y las emisiones fugitivas de la industria petrolera, del gas natural y del carbón. Los gases de efecto invernadero relevantes para el sector energía son el CO₂, el CH₄ y el N₂O.

Para construir el escenario base de emisiones para los años 2008, 2012 y 2030, se utilizó la plataforma computacional LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System), que relaciona el consumo de energía de los diferentes sectores con las emisiones de GEI. Los factores de emisión con los que cuenta la plataforma computacional LEAP son consistentes con los del PICC. Se construyeron un escenario base y dos alternos.

Las conclusiones son que la generación de electricidad muestra gran sensibilidad al crecimiento del PIB, desde 30% menos en el escenario de bajo crecimiento económico, hasta 24% más en el caso de alto crecimiento, ambos con respecto al escenario de Prospectiva de la SENER al año 2030. Lo mismo ocurre con la importación de gasolina, cuyas cifras oscilan desde 80% menos en el primer escenario, hasta 50% más en el de alto crecimiento económico.

Las emisiones de CO₂ no biogénico son un poco menos sensibles, varían de 22% de aumento, con un crecimiento anual del PIB de 4.3% a 5.2%, a una reducción de 23% cuando el crecimiento anual del PIB disminuye de 4.2% a 2.8%.

Se determinó que la opción de instrumentación de normas de eficiencia en los vehículos puede reducir de manera importante la emisión de GEI y se puede combinar con la opción de dieselización.

El estudio concluye que se podría reducir 17% las emisiones de GEI con respecto al escenario base si se instrumentaran las siguientes medidas:

- Generación eléctrica con participación de 29% de renovables y de 12% de nuclear.
- Instrumentación de normas de eficiencia energética en vehículos particulares a gasolina (incluyendo SUV) y vehículos a diesel.
- Instrumentación de medidas de ahorro impulsadas por la CONAE.

Mitigación en el sector energía

El sector energía tiene un papel decisivo en la mitigación de emisiones de GEI. La SENER, en colaboración con sus empresas y órganos desconcentrados, conti-

núa con la instrumentación de programas, acciones, y medidas para el ahorro y uso eficiente de la energía, cuyo fin es la reducción de la tasa de crecimiento de emisiones en el país.

En 2005, el ahorro de energía por programas institucionales fue de 19,659 millones de kW-h, el equivalente a 4,981 MW de capacidad eléctrica. Este ahorro representó 1.84% del consumo de energía y 2.83% respecto al consumo final total registrado en 2004. Se espera que los ahorros en 2006 sean de 21,882 millones de kW-h, con un ahorro en capacidad de 5,510 MW.

La CONAE y el FIDE llevan a cabo programas para un uso más sustentable de la energía. En 2005, los ahorros de energía eléctrica, resultado de la aplicación del Horario de Verano y los proyectos realizados por FIDE fueron de 5,205 millones de kW-h, lo que representó una disminución de 3.1% del consumo de este recurso en México con respecto al año previo. En capacidad de generación, los ahorros fueron de 2,414 MW; se calcula equivalen a 8% de la demanda pico en el mismo año. Lo anterior permitió diferir la inversión de \$2,400 millones de dólares para ampliar la capacidad de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Se estima que las acciones realizadas evitaron la emisión de 5.6 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, equivalentes a 11.7 millones de barriles de petróleo.

Energías renovables

Se continúa en México la promoción del uso de energías renovables. A finales de 2005 se habían autorizado 54 permisos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, bajo las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración y exportación, de los cuales 37 ya se encuentran en operación. Se espera que en 2007 funcionen los restantes 17 proyectos, con lo que se incorporarán a la red más de 1,400 MW, con una capacidad de generación de más de 5,000 GW-h/año.

En diciembre de 2005, la Cámara de Diputados aprobó la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE), la cual establece un Programa para el Aprovechamiento

de las Fuentes Renovables de Energía. La meta para el 2012 consiste en lograr 8% de participación de las energías renovables, en sus distintas modalidades, con respecto a la generación total de electricidad, sin incluir las grandes hidroeléctricas.

En el Capítulo V se mencionan las importantes acciones de mitigación que realizan las empresas energéticas de México.

En octubre de 2006, el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero (COMEGEI) de la CICC había expedido 144 Cartas de Aprobación a proyectos mexicanos. A septiembre del mismo año, 21 de éstos obtuvieron su registro ante la Junta Ejecutiva del MDL del Protocolo de Kioto. Los proyectos MDL colocan a México en tercer lugar mundial por número y en quinto por Reducciones Certificadas de Emisiones.

Mitigación en el sector forestal

En México, las medidas de mitigación de emisiones de GEI no son ajenas a las políticas gubernamentales; en la actualidad, varias actividades en el país cuyo objetivo es atender las prioridades nacionales de desarrollo, ayudan a reducir simultáneamente la tasa actual de crecimiento de las emisiones. Estas actividades incluyen: la adecuada conservación y manejo de los bosques naturales, las alternativas para disminuir la deforestación, así como la reforestación de las tierras degradadas y deforestadas y el fomento de los sistemas agroforestales. En este sentido, el gobierno de México, a través de la Comisión Nacional Forestal, desarrolla, favorece e impulsa actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal. Dichas acciones se clasifican en directas e indirectas, de acuerdo con el PICC (2001).

Dentro de las acciones indirectas de reducción de emisiones —*conservación del carbono capturado*—, se continuaron los siguientes programas: Desarrollo Forestal; Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de Recursos Forestales (PROCYMAF II) en su segunda etapa (2004-2007); Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos (PSAH); Progra-

ma de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (PROCOREF), en su componente de protección, conservación y restauración de suelos forestales; de igual manera se ampliaron las acciones en cuanto a diagnóstico y tratamiento fitosanitario de bosques y selvas. Por otro lado, aumentó la superficie bajo protección a través del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas, al igual que el número y superficie de las Unidades para el Manejo y Aprovechamiento de la Vida Silvestre (UMA).

En cuanto a acciones directas de reducción de emisiones —*captura de carbono*—, se instrumentaron programas tales como el PROCOREF, en su componente de restauración de la cubierta vegetal con las especies adecuadas en sitios estratégicos del país; el Programa de Plantaciones Forestales Comerciales; el Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, los Derivados de la Biodiversidad y para Fomentar el Establecimiento y Mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA). De igual manera se explora el mercado de los bonos de carbono a través de la generación de proyectos dentro del MDL, con una cartera de catorce “Ideas de Proyectos” (PIN, por sus siglas en inglés) de aforestación/reforestación.

Dentro de las acciones de investigación se realizaron una serie de estudios enfocados a comprender con mayor profundidad la mitigación de emisiones de GEI. Varios de estos estudios fueron coordinados por el INE y otras instituciones.

En el Capítulo V se mencionan algunas de las iniciativas que con apoyo internacional se desarrollan en el país.

Otra información relevante para el logro del objetivo de la Convención

México mantiene el compromiso con las actividades de investigación en instituciones académicas y de investigación, públicas y privadas, y de observación sistemática, a través de apoyo directo a proyectos de investigación en cambio climático, mejora en la infraestructura de observación sistemática y el procesamiento de datos, actividades de modelación del clima,

y participación en las redes globales de observación. Junto con ello, se han evaluado las prioridades y el potencial de investigación del país en materia de cambio climático. Entre 2001 y 2005 aumentó en 30% el número de expertos o especialistas presentes en territorio nacional que trabajan el tema de cambio climático, mientras que el número de instituciones en donde se desarrollan estos trabajos creció 20%.

En materia de educación, capacitación y sensibilización al público, México ha incrementado sustancialmente el número de foros, talleres y publicaciones que son destinados para el público en general y para los tomadores de decisiones del país; al mismo tiempo, ha puesto a disposición del público a través de Internet una gran cantidad de información relacionada con cambio climático, incluyendo resultados de investigaciones, estadísticas y versiones electrónicas de publicaciones generadas por el gobierno, las instituciones de investigación, las ONG y el sector privado.

El fortalecimiento de la capacidad nacional para trabajar el tema del cambio climático es una necesidad y una prioridad. Las actividades en este sentido incluyen desde la formación de profesionales al interior de las instituciones que conforman la CICC hasta la creación o desarrollo de mecanismos de interacción entre dependencias, de tal forma que el cambio climático sea un tema transversal entre los distintos sectores productivos y de gobierno.

Acciones a futuro

En un marco de reducción de riesgo frente al cambio climático, es deseable disminuir la magnitud del peligro o la amenaza, en este caso el calentamiento del planeta, y de la vulnerabilidad de los diversos sectores socioeconómicos y ambientales del país frente a condiciones extremas del clima.

Las acciones de mitigación insertan a México en un movimiento global de reducción de emisiones de GEI en el planeta. Las principales actividades de mitigación de emisiones son llevadas a cabo en virtud

de políticas nacionales expresas, como es el caso en el sector energético de los programas de gasificación, diversificación de fuentes e incremento de eficiencia y ahorro de energía. En otros sectores, los programas de reforestación coadyuvan en el mismo propósito. Por otra parte, mediante proyectos coordinados dentro del MDL, y con otros instrumentos tendientes al mismo objetivo, nuestro país contribuye en la medida de sus capacidades a evitar que se alcancen alteraciones peligrosas en el clima. Se espera que en el futuro cercano, el número de acciones en esta dirección se incremente para que el impacto del trabajo en México sea de mayor consideración.

Por todo lo anterior, la CICC aprobó en 2006 la elaboración y posteriormente el contenido del documento denominado: Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática, que contempla las dos grandes vertientes para enfrentar el Cambio Climático: la mitigación y la adaptación.

Para la consolidación de la Estrategia Nacional de Acción Climática, más allá de proyectos individuales se requiere de programas estructurados que encaminen todos los esfuerzos nacionales en la materia a un fin común: reducir el riesgo frente al cambio climático.

Para consolidar dicha Estrategia Nacional de Acción Climática en los próximos años, se requiere financiamiento con el fin de ampliar las acciones nacionales y de identificación de estudios y proyectos conducentes a reducir las emisiones por fuentes y fortalecer la absorción por sumideros; y para seleccionar e instrumentar programas para la adaptación. En dichos proyectos se mencionarán las tecnologías específicas a utilizar, materiales, equipos requeridos, técnicas y prácticas necesarias para realizarlos. También se calcularán los costos incrementales de las emisiones a ser reducidas y/o del incremento en la absorción de GEI; y de los beneficios asociados. La Estrategia también debe contar con fondos para evaluar su evolución, para iniciar la instrumentación de nuevos proyectos, y para la comunicación de los avances a nivel país.

Executive Summary

Mexico continues its efforts and actions towards the implementation of the commitments acquired as a Non-Annex I Party to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC).

Mexico presented the First National Communication to the UNFCCC in 1997. One of the most important parts of the content was the first National Greenhouse Gases Emissions Inventory (NGHGEI) for the year 1990 and also the results of the first studies on the country's vulnerability to climate change.

Four years later, in 2001, Mexico presented its Second National Communication to the UNFCCC, where an updated version of the NGHGEI for the period 1994-1998 was included; estimates of emissions from land use, land use change and forestry (LULUCF) reported for 1996; and the presentation of scenarios of future emissions.

The Third National Communication presents an updated emissions inventory to 2002, with recalculated figures for the years 1990, 1992, 1994, 1996, 1998

and 2000. The estimates of the LULUCF category was also updated to the period 1993-2002.

This Communication was supported by the Global Environmental Fund (GEF) through the United Nations Development Programme (UNDP), the United States Environmental Protection Agency (US EPA), and the Mexican government. The funds received allowed the improvement and update of the emissions inventory, and supported the development of studies on climate change mitigation and adaptation as well as the preparation and publication of educational materials for disseminating the climate change topic.

On this occasion, the process of planning the National Communication content included consultations with academics and representatives from government institutions, private sector and non-governmental organizations, in order to capture their opinion and points of view about what should be improved on this communication with respect to the previous ones. A public consultation was also held for the same pur-

pose. One of the recommendations of the consultation process was the advice of preparing a Climate Change clearinghouse, which is now available on the website of the National Institute of Ecology, since June 2005.

Mexico's Third National Communication was prepared in accordance with the UNFCCC Reporting guidelines on National Communications.

National Context

The country's population grew from 97.5 to 104.9 million inhabitants during the period from 2000 to 2005. The average rate of annual population growth for that period was 1.26%. Males made up 48.7% of the population and females 51.3%. It is predicted that the population will increase to 129.6 million by 2050, and that its average age will increase from 28.3 to 42.7 over the period from 2005 to 2050.

The Mexican economy was located in thirteenth position at the world level, based on its Gross Domestic Product (GDP). With regard to foreign trade, Mexico has been the eighth country in the world since 2003. In the period 2000-2006, the GDP rose from \$1,605 billion pesos for 1993 to \$1,822 billion pesos for the same year. The annual real growth of the national GDP with respect to the previous year was 6.6% and 3.0% in 2000 and in 2005, respectively. For purposes of international comparison, in US dollars Mexico's GDP was \$262,710 million dollars in 1990 and \$768,437 million dollars in 2005. The per capita GDP grew 6.5% annually over the period 1990-2003, from \$4,456 to \$9,168 dollars.

The energy intensity level was 3,986.5 kilojoules (kJ) per unit of GDP (MX Peso at 1993 values) in 2004, 0.9% higher than in 2003. The average annual growth rate from 1995 to 2004 was minus 1.3%. In addition, the consumption of the energy sector, including self-consumption, transformation consumption, losses through distribution, and inputs and transfers, fell by 6.1%, from 2003 to 2004.

The production of primary energy in 2004 was 10,331 Petajoules (PJ), 2.6% more than in 2003. The main components were hydrocarbons with 90.6%; primary electricity (hydro-energy, nuclear energy,

geothermal energy and wind energy) with 4.1%, biomass with 3.4% and coal with 1.9%.

National energy consumption in 2004 was 6,816 PJ, 5.3% more than in 2003, 35.1% for the energy sector itself and 64.5% for total final consumption. The transport sector represented 46.2% of the final energy consumption and the industrial sector, 29.9%. The residential, commercial and public sub-sectors represented 21.1%, and the agricultural sector, 2.9%. Particularly noticeable was the 13.5% growth in the consumption of the transport sector, mainly due to the consumption of gasoline and diesel.

Mexico occupied the fourteenth place worldwide in crude oil proven reserves in 2006, the sixth position among countries producing it in 2005, while as a company, Petróleos Mexicanos (PEMEX) occupied the third place among oil companies worldwide in 2004. Its production of crude oil amounted to 3.3 million barrels daily.

Lastly, it is very important to point out that, according to information provided by the Ministry of Social Development, the lowest percentage of the population in conditions of poverty in the country's recent history was reached in 2004, accounting 47% of the total.

Institutional Arrangements

The main institutional arrangements made for addressing climate change are in the Ministry of the Environment and Natural Resources (SEMARNAT), which is responsible for leading national policy regarding the environment. For purposes of carrying out policy regarding climate change, the Under Ministry of Planning and Environmental Policy of SEMARNAT has the General Directorate for Climate Change Projects, in charge of promoting and facilitating the development of projects for the Clean Development Mechanism (CDM) in this country. For its part, the International Affairs Coordinating Unit (UCAI) has, as one of its duties, the promotion and organization of the participation of the Ministry and of its de-concentrated bodies in international meetings or forums, in coordination with the Ministry of Foreign Affairs (SRE).

A very important step in integrating the participation of different Ministries for decision-making, was the creation of the Inter Ministerial Commission on Climate Change (CICC). Its creation was officially announced in the Official Federal Gazette on April 25, 2005. CICC was the product of an agreement between Ministries, to be a permanent body in charge of coordinating, the actions of the offices and entities of the Federal Public Administration, according to their own attributions. These actions are related to the formulation and implementation of national policies for greenhouse gas emissions (GHG) prevention and mitigation, for adaptation to the effects of climate change, and, in general to promote the development of programs and strategies for climate action related to the carrying out of commitments agreed by Mexico under the UNFCCC and other instruments derived from it. This agreement also aims at identifying opportunities, and at facilitating, promoting, disseminating, evaluating and, whenever necessary, approving projects for the reduction and capture of GHG emissions in Mexico, in terms of the Kyoto Protocol, as well as of other instruments directed toward the same goal.

The members of the Commission are the Ministries of Foreign Affairs; Social Development; Environment and Natural Resources; Energy; Economy; Agriculture, Rural Development, Fisheries and Food; and Communications and Transport. The Ministry of Treasury and Public Credit is a guest participant.

It is also of the utmost importance to point out that, in February, 2005, by signing a Collaboration Agreement, the Ministry of Energy (SENER) created the Climate Change Committee of the Energy Sector. It incorporates the vision of the energy sector as a whole and aims at being consolidated as the coordination mechanism for the follow-up, analysis and definition of policies and activities related to Climate Change and CDM in the Energy Sector. It also aims at being consolidated as the mechanism for coordinating actions on climate change with SEMARNAT.

The Committee is presided over by the Undersecretary of Energy Planning and Technological Development of SENER, and the participants are the

representatives of the Federal Electrical Commission (CFE), PEMEX, Luz y Fuerza del Centro (LyFC), the Energy Regulatory Commission (CRE), the National Energy-Saving Commission (CONAE), the Institute for Electrical Research (IIE), and the Mexican Petroleum Institute (IMP).

INE, on the other hand, is in charge of the Coordination of the Program on Climate Change. Its mission is to carry out and coordinate studies on climate change in Mexico, in order to ensure the compliance with the commitments established in the National Development Plan 2001-2006, the Sectoral and Institutional Programs 2001-2006, and the UNFCCC, as a non-Annex I Party to the Convention.

Chapter VI addresses in detail important arrangements that other Ministries have developed in order to reach their goals.

National Greenhouse Gas (GHG) Inventory 1990-2002

The NGHGI was updated to 2002 and figures for the years 1990, 1992, 1994, 1996, 1998 and 2000 were recalculated, using IPCC methodologies.

For 2002, GHG emissions for the six gases listed in Appendix A of the Kyoto Protocol were estimated at 643,183 Gg of carbon dioxide equivalent (CO₂ eq), with the caveat that figures for the category of LULUCF are preliminary.

The results of the NGHGI 1990-2002, indicate that the growth in emissions for the sectors, except for LULUCF, in CO₂ eq, was approximately 30%, which represents an average annual growth of 2.2%.

The contribution of GHG emissions from the different categories in terms of CO₂ eq is the following: energy, 61% with 389,497 Gg; LULUCF, 14% with 89,854 Gg; waste, 10% with 65,584 Gg; industrial processes, 8%, with 52,102 Gg; and agriculture, 7% with 46,146 Gg.

GHG emissions in CO₂ equivalent by gas break down in the following way: for CO₂, 480,409 Gg, representing 74% of the total; for methane (CH₄), 145,586 Gg, or 23%; for nitrous oxide (N₂O), 12,343 Gg, or 2%; and the remaining 1% is made up of 4,425 Gg of hy-

drofluorocarbons (HFCs), 405 Gg of perfluorocarbons (PFCs), and 15 Gg of sulfur hexafluoride (SF₆).

Energy Generation

Energy generation contributed 24% of the country's total emissions in 2002; transport 18%; fossil fuel consumption for manufacturing and the construction industry 8%; that of the residential, commercial and agricultural sectors, 5%; and fugitive methane emissions, 6%. Together, fixed and area sources (including energy generation, manufacturing and the construction industry and other energy sectors, not including transport) represented 37% of the total.

GHG emissions in the Energy category, expressed in CO₂ eq, showed an increase from 312,027 Gg to 389,497 Gg from 1990 to 2002, which represents a 25% increase..

Industrial Processes

The main gas emitted in the category of Industrial Processes is CO₂, which represented 90% of the emissions in this category for 2002, with 47,069 Gg. CO₂ emissions increased 51% compared to the base year 1990, due to a greater production of cement, a greater use of limestone and dolomite, and an increase in the production of raw materials, and of products and by products of iron and steel.

Fluorinated gas emissions show a sizeable increase in the period from 1992 to 2002, due to a greater use of HFCs in refrigerators and air conditioning system in industry, homes and automobiles. These fluorinated gases replace some of the chlorofluorocarbons (CFC) controlled by the Montreal Protocol, whose use is restricted worldwide.

Solvents

The total emissions of Non-Methane Volatile Organic Compounds (NMVOCs) in 2002 came to 220.5 Gg, produced mainly by solvents. These emissions showed an increase of 84% from 1990 to 2002.

Agriculture

In the period from 1990 to 2002, CH₄ emissions represented 84% of the category, and N₂O emissions, 16%. A decrease can be observed in the emissions in this category, from 47,427 to 46,146 Gg, which may be due to the importing of basic grains such as rice, and because of stagnation in the country's cattle-raising sector.

Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) (Preliminary)

The estimated emissions of this sector, which result from annual averages of GHG for the period from 1993 to 2002, come up to 89,854 Gg., in CO₂ eq units.

In terms of CO₂ emissions, the LULUCF category contributes in 2002 a total of 86,877 Gg. These emissions are due to a net amount of 64,484 Gg produced by the combustion and decomposition of biomass associated with the processes of converting forests to other uses, plus 30,344 Gg of emissions derived from mineral soils and agricultural areas, plus emissions of 4,932 Gg from managed forests, subtracting the capture of 12,883 Gg in abandoned lands.

Waste

GHG emissions in 2002, measured in CO₂ eq, add up to 65,584 Gg, while in 1990 they were 33,357 Gg.

An increase of 96% is observed from 1990 to 2002, as a result of the increase in the disposal of solid waste in sanitary landfills and the promotion given in the last decade to the treatment of industrial and municipal waste waters. This increase also includes the change shown in emissions due to the incineration of hazardous waste, a value that increased thirty-fold between 1990 and 2002, but whose contribution to the total this last year is less than 0.5%. Waste incineration is a relatively new activity in the country.

Adaptation to Climate Change

Due to its geographical location, topography and socioeconomic aspects, Mexico is especially vulnerable

to the impacts of climate change and variability. The El Niño and La Niña phenomena, as well as extreme hydrometeorological conditions, have resulted in serious damage and disasters affecting different socioeconomic sectors of the country.

Based on the results of climate scenarios, generated with Global Circulation Models (GCM), under emission scenarios A2 and B2, the following conclusions were reached:

- It is very likely that Mexico's climate will be warmer by 2020, 2050 and 2080, mainly in the most continental region in the northern part of the country;
- Decreases in rain are projected, as well as changes in its seasonal distribution, with respect to the 1961-1990 base scenario. For example, reductions of up to 15% are expected in the regions of Central Mexico, and of less than 5% in the Gulf of Mexico water basin, mainly between January and May;
- The hydrologic cycle will become more intense, so the number of severe storms and the intensity of drought periods will increase. A summary was made of flood impacts on the socioeconomic sectors in the state of Veracruz, showing that the cost of changes in the hydrologic cycle is high;
- The components of the hydrologic cycle indicate that in Mexico nearly 75% of the precipitation evapotranspires and 5% recharges the aquifers. The water balance suggests that the increase in temperature will cause evapotranspiration to increase and the humidity in the soil to decrease. IPCC evaluations indicate that Mexico may undergo a significant decrease in runoff, of the order of 10 to 20% at the national level, and over 40% in the coastal wetlands of the Gulf;
- In the case of extreme phenomena such as cold fronts ("Nortes", as they are called in Spanish), it is possible that these may become less frequent. It is uncertain to what extent this decrease could affect precipitation, but according to certain scenarios, this will tend to decline mainly in the Gulf of Mexico water basin;

- The temperature of the ocean's surface in the Caribbean, Gulf of Mexico and Mexican Pacific could increase by between 1 and 2° C. Based on physical considerations, rises in the ocean's temperature increase the intensity of tropical hurricanes, favoring the probabilities that these could reach higher categories on the Saffir-Simpson scale; and
- Starting in 2020, the greatest temperature increases will occur under the A2 scenario compared to the B2, mainly due to the difference in GHG emissions between both scenarios, whence the importance in promoting global GHG mitigation strategies.

Chapter IV mentions some of the main studies carried out in this area in the country's institutions of higher learning and research.

Mitigation

Projection of Emissions in the Energy Sector for the Years 2008, 2012 and 2030

A projection of GHG emissions was made, based on the NGHGI 1998-2002, for the Mexican Energy Sector for the years 2008, 2012 and 2030. The sectors' emissions were estimated using IPCC methodology, according to the energy demand of the industrial, manufacturing and construction, and transport sectors and others (residential, business, public and agricultural).

Also considered was the use of energy in the industries producing it, including the generation of electricity, and fugitive emissions in the oil, natural gas and coal industry. The greenhouse gases relevant to the energy sector are CO₂, CH₄ and N₂O.

To build the base emissions scenario for the years 2008, 2012 and 2030, the LEAP (Long-range Energy Alternatives Planning System) computing platform was used. This system relates the energy consumption for different sectors to GHG emissions. The emission factors from the LEAP computing platform are consistent with those of the IPCC. A base scenario and two alternate ones were constructed.

The conclusions from this exercise are that electricity generation shows a great sensitivity to GDP growth, with results of 30% less generation in the scenario with low economic growth, to 24% more in the case of high growth, both of these with respect to the SENER Prospective scenario to the year 2030. The same thing happens with the importing of gasoline, whose figures oscillate from 80% less in the first scenario, to 50% more in that of high economic growth.

Non-biogenic CO₂ emissions are a little less sensitive, varying from a 22% increase, with an annual GDP growth of 4.3% to 5.2%, to a 23% reduction when the annual GDP growth falls from 4.2% to 2.8%.

It was ascertained that the option of implementing efficiency standards in vehicles can considerably reduce GHG emissions and can be combined with the dieselization option.

The study concludes that 17% of GHG emissions could be abated with respect to the base scenario if the following measures were implemented:

- Electric generation with participation of 29% renewable and 12% nuclear.
- Implementation of energy efficiency standards in private gasoline-run (including SUVs) and diesel-run vehicles.
- Implementation of energy-saving measures promoted by CONAE.

Mitigation in the Energy Sector

The energy sector has a decisive role to play in GHG emissions mitigation. SENER, in collaboration with its companies and deconcentrated bodies, is continuing with the implementation of programs, actions, and measures for the efficient use and saving of energy, whose goal is to reduce the rate of emissions growth in the country.

In 2005, the energy saving due to institutional programs was 19,659 million KW-h, the equivalent of 4,981 MW of electric capacity. This saving represented 1.84% of the energy consumption and 2.83% of the total final consumption recorded in 2004. Savings for

2006 are expected to reach 21,882 million KW-h, with a saving in capacity of 5,510 MW.

CONAE and FIDE are carrying out programs for a more sustainable energy use. In 2005, the savings in electric power, a result of the application of Daylight Saving and projects carried out by the FIDE, were 5,205 million KW-h, which represented a 3.1% decrease in the consumption of this resource in Mexico with respect to the previous year. In generation capacity, the savings were 2,414 MW; and it is calculated that this is equal to 8% of the peak demand for the same year. This made it possible to defer the investment of \$2,400 million dollars for enlarging the generation capacity, transmission and distribution of electrical power. It is estimated that the actions carried out prevent the emission of 5.6 million tons of CO₂ into the atmosphere, by saving the equivalent of 11.7 million barrels of petroleum.

Renewable Energy

The use of renewable energy is still being promoted in Mexico. At the end of 2005, 54 permits had been authorized for electrical power generation based on renewable sources, under the schemes of self-supply, co-generation and exporting, 37 of which are already in operation. By 2007 the remaining 17 projects are expected to begin operation, whereby over 1,400 MW with a generation capacity of more than 5,000 GWh/year will be incorporated into the network.

In December, 2005, the Chamber of Deputies approved the Law for the Use of Renewable Energy Sources (LAFRE), establishing a Program for the Use of Renewable Energy Sources. The goal for 2012 consists in achieving 8% participation for renewable energy, in its different schemes, in the total electrical generation, not including the large hydroelectric companies.

Chapter V mentions important actions that the Mexican energy companies are putting into practice.

By October, 2006, the COMEGEI had issued 144 Letters of Approval for Mexican projects. By September of the same year, 21 had obtained their registration with the CDM Executive Board of the Kyoto Protocol.

By this date, the registered CDM projects had placed Mexico in third place worldwide for the number of projects and in fifth position for Certified Emission Reductions.

Mitigation in the Forestry Sector

In Mexico, GHG mitigation measures are not foreign to government policies. At the present time, several activities in this country whose goal it is to attend to national development priorities, are at the same time helping to reduce the current emissions growth rate. These activities include: proper conservation and management of natural forests, alternatives for reducing deforestation, as well as reforestation of degraded and deforested lands and the promotion of agro-forestry systems. In this regard, the Mexican government, through the National Forestry Commission, develops, favors and promotes productive activities of conservation and restoration in the area of forestry. These actions are classified into direct and indirect, according to the IPCC (2001).

Among indirect actions of emissions reduction —*maintaining captured carbon*—, the following programs were continued: Forest Development, Project in the Conservation and Sustainable Management of Forest Resources (PROCYMAF II) in its second stage (2004-2007); Programs of Payment for Hydrological Environmental Services (PSAH); Program of Conservation and Reforestation of Forest Ecosystems (PROCOREF), in its component: protection, conservation and restoration of forest lands. Similarly, actions were expanded in the phytosanitary diagnosis and treatment of forests and rainforests. In addition, the surface area under protection increased through the National System of Protected Natural Areas, as well as the number and surface area of Units for Wildlife Management and Use (UMA).

As for direct actions in emissions reduction —*carbon capture*—, programs were implemented such as the PROCOREF (for its initials in Spanish) in its component: restoration of the vegetation cover in strategic locations in the country with suitable species; the Program of Commercial Forest Plantations; the Program

to Develop the Market of Environmental Services by Carbon Capture, Derivatives of Biodiversity, and to Promote the Establishment and Improvement of Agro-forestry Systems (PSA-CABSA). Similarly, the market of carbon credits is being explored through the generation of projects inside the CDM, with a portfolio of 14 “Project Idea Notes” (PINs) for afforestation/ reforestation.

Among research actions, a series of studies was conducted, focusing on understanding GHG mitigation in greater depth. Several of these studies were coordinated by INE and other institutions.

Chapter V mentions some of the initiatives that are being developed in Mexico with international support.

Other Relevant Information for Achieving the Convention’s goal

Mexico maintains its commitment to research activities in academic institutions and to public and private research, and systematic observation, through direct support to research projects on climate change, improvement in the infrastructure for systematic observation and data processing, activities in climate modeling, and participation in the global observation networks. In addition to this, priorities and the research potential of the country regarding climate change have been evaluated. Between 2001 and 2005, the number of experts or specialists working in the national territory in the area of climate change increased by 30% , while the number of institutions in which this work is carried on increased by 20%.

Regarding education, training and public awareness, Mexico has substantially increased the number of forums, workshops and publications intended for the public in general and the country’s decision-makers in particular. At the same time, a great deal of information related to climate change has been made available to the public through the Internet. It includes research results, statistics and electronic versions of publications produced by the government, research institutions, NGOs and the private sector.

The reinforcing of the national capacity for working in the area of climate change is a necessity and a

priority. Activities in this regard range from the training of professionals within the institutions that make up CICC to the creation or development of mechanisms for inter-departmental interaction, in such a way that climate change can become a topic common to the different productive and government sectors.

Future Actions

In the framework of risk reduction in climate change, it is desirable to reduce the size of the danger or threat, in this case the heating up of the planet, and the vulnerability of the country's different socio-economic and environmental sectors in the face of extreme climatic conditions. Mitigation actions insert Mexico in a global movement of GHG emissions reduction throughout the planet. The main mitigation activities are conducted by the country by virtue of specific national policies, as is the case in the energy sector for the gasification programs, diversification of sources, and increase in efficiency and energy-saving. In other sectors, the reforestation programs contribute toward the same purpose. In addition, by means of projects coordinated within the CDM and with other instruments directed toward the same goal, our country contributes, as far as its capacities allow, to the prevention of dangerous climate changes. It is expected that in the near future, the number of actions in this direction may increase so that the impact of Mexico's work can be greater.

CICC approved the preparation and later the content of the document titled "Toward a National Strategy of Climate Action", which contemplates two main aspects in facing Climate Change: mitigation and adaptation.

In order to consolidate the National Climate Action Strategy, above and beyond individual projects, what is required are structured programs to channel all national efforts in the area to a common end: that of reducing the risk of climate change.

To consolidate this National Climate Action Strategy over the next few years, financing is required in order to expand national actions in the identification of programs and projects leading to emissions reduction by sources and increasing sequestration by sinks; and in order to select and implement adaptation actions. These will include specific technologies to be used, materials and equipment required, and techniques and practices necessary for applying them. Additional increases in costs for reducing emissions and/or increasing GHG sequestration will be calculated, as will the benefits associated with these. The Strategy must also have funds for monitoring and evaluating its further development and for undertaking the implementation of new projects. The development of a program to communicate the advances obtained at national level will be very useful.

I. Contexto Nacional

Características geográficas

Localización

Los Estados Unidos Mexicanos (nombre oficial de México), se localizan en el norte del Continente Americano (Figura I.1). Las coordenadas extremas que enmarcan al territorio mexicano son: 14° 32' 27", al sur de la desembocadura del río Suchiate, en la frontera con Guatemala; 32° 43' 06", al norte en el Monumento 206, que es el punto más al norte de nuestra frontera con Estados Unidos de América (EUA); 86° 42' 36", en el extremo sureste de la Isla Mujeres y al oeste 118° 27' 24", en la Roca Elefante de la Isla Guadalupe, en el Océano Pacífico (INEGI, 2006a).

La superficie territorial de México abarca 1,964,375 km², de los cuales 1,959,248 km² son continentales y 5,127 km² son insulares. El territorio insular está formado por 371 islas, arrecifes y cayos. La longitud de

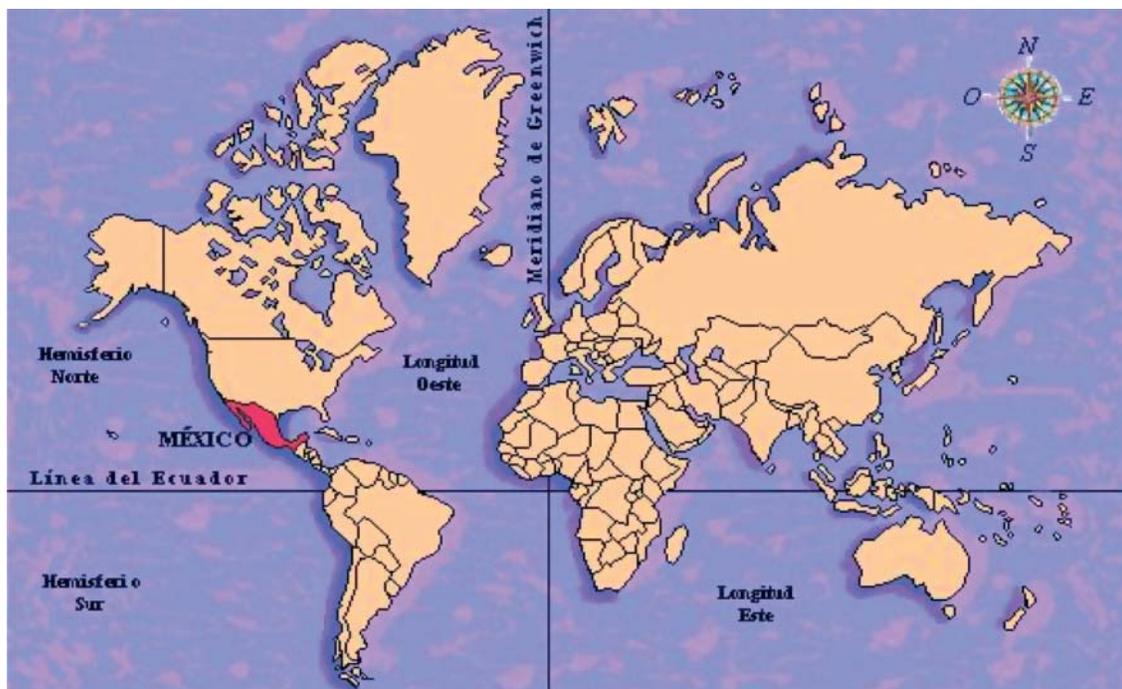
los litorales de México es de 11,122 km y la de los límites internacionales de 4,301 km. La superficie del mar mexicano adyacente al continente y parte del territorio nacional es de 209,000 km² (CONABIO, 1998).

El territorio mexicano está distribuido en partes iguales, a ambos lados del Trópico de Cáncer.

México tiene fronteras al norte y sur:

- Al norte limita con los EUA a través de una línea fronteriza de 3,152 km, que va desde el Monumento 206 al noreste de Tijuana hasta la desembocadura del Río Bravo en el Golfo de México. Los estados limítrofes al norte del país son Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (CONAGUA, 2005).
- Al sur, la línea fronteriza con Guatemala tiene una extensión de 956 km y con Belice de 193 km. Los estados fronterizos al sur del país son Chiapas, Tabasco, Campeche y Quintana Roo.

FIGURA I.1 UBICACIÓN DE MÉXICO EN EL MUNDO.



Fuente: INEGI, 2006a.

Cabe mencionar que más de 65% del área del país se encuentra por encima de los mil metros sobre el nivel del mar y cerca de 47% de la superficie tiene pendientes superiores a 27%, lo que ejemplifica el accidentado relieve del territorio mexicano (CONABIO, 1998).

Clima

El Trópico de Cáncer marca en forma aproximada la franja de transición entre los climas árido y semiárido que se presentan hacia el norte y los climas húmedo y semihúmedo influidos por los vientos alisios y por los ciclones tropicales, que existen hacia el sur (CONABIO, 1998).

a) Las zonas muy áridas, áridas y semiáridas se presentan en el 56% del territorio y corresponden al norte y centro del país. Estas zonas están bajo el cinturón extratropical de alta presión que es una franja donde el aire desciende e inhibe la formación de nubes y la presencia de lluvias.

- b) Las zonas subhúmedas abarcan el 37% de la superficie del país y se presentan en las sierras y en las planicies costeras del Pacífico, el Golfo de México y el noreste de la Península de Yucatán. Estas zonas se encuentran bajo la influencia de los vientos alisios.
- c) Las zonas húmedas se encuentran en el restante 7% del territorio, donde se inicia el ascenso a las sierras, allí se deposita la humedad del Golfo de México, así como una pequeña porción en la vertiente del Pacífico, al extremo sur del país.

Los tipos de temperatura que se identifican en México, así como el porcentaje de cobertura del territorio nacional son:

- i. $>22^{\circ}\text{C}$ o cálida, 37%.
- ii. 18° a 22°C o semicálida, 39%.
- iii. 12° a 18°C o temperatura templada, 23%.
- iv. $<12^{\circ}\text{C}$ o semifrías y frías, 1%.

La precipitación pluvial a lo largo y ancho del territorio es variada, pues mientras en el norte y noreste la precipitación apenas alcanza un promedio anual de 100 mm, en el sureste y parte de la costa sur del Pacífico se presenta una media anual de 2,000 a 4,000 mm. La precipitación media anual histórica nacional del periodo 1941 a 2004 es de 773 mm (CONAGUA, 2005).

El régimen de lluvias de verano cubre 66% del territorio nacional. El intermedio (lluvias entre verano e invierno) cubre 31%, se presenta en la frontera norte del país y zonas de mayor precipitación en el trópico mexicano. La vertiente del Pacífico y la Península de Baja California (3% de la superficie del país), tienen régimen de lluvias de invierno (CONABIO, 1998).

Recursos naturales

México es uno de los países con mayor diversidad biológica en el mundo, no sólo por poseer un alto número de especies, sino también por su diversidad en otros niveles de la variabilidad biológica, como el genético y el de ecosistemas. Se estima que en el país se encuentra entre 10 y 12% de las especies existentes en la Tierra (PNUMA-SEMARNAT, 2004). La extraordinaria biodiversidad del país se explica principalmente por la complejidad de su topografía, la variedad de climas y la convergencia de dos zonas biogeográficas: la Neártica y la Neotropical.

Recursos hídricos

El 75% del agua que se precipita sobre el país (1,135 km³ al año), se evapotranspira y regresa a la atmósfera y el resto escurre por los ríos o arroyos o se infiltra al subsuelo y recarga los acuíferos (CONAGUA, 2005). La disponibilidad natural media total de agua es de 475 km³ al año, destacan las regiones Frontera Sur y Golfo Centro como las de mayor disponibilidad con 158.3 y 102.5 km³ al año, respectivamente. Referente a la disponibilidad natural media per capita en 2004, en México destacan dos grandes zonas debido a su geografía y climas:

- 1) Disponibilidad alta: se presenta en el sur y sureste, y en promedio es de 13,290 m³/hab/año. Por ejemplo, en Campeche la disponibilidad de agua es de 25,840 m³/hab./año.
- 2) Disponibilidad baja: se presenta en el norte, centro y noroeste del país y es en promedio de 1,835 m³/hab/año. Por ejemplo, en el Distrito Federal y el Estado de México, la disponibilidad de agua —190 m³/hab/año— es la más baja del país.

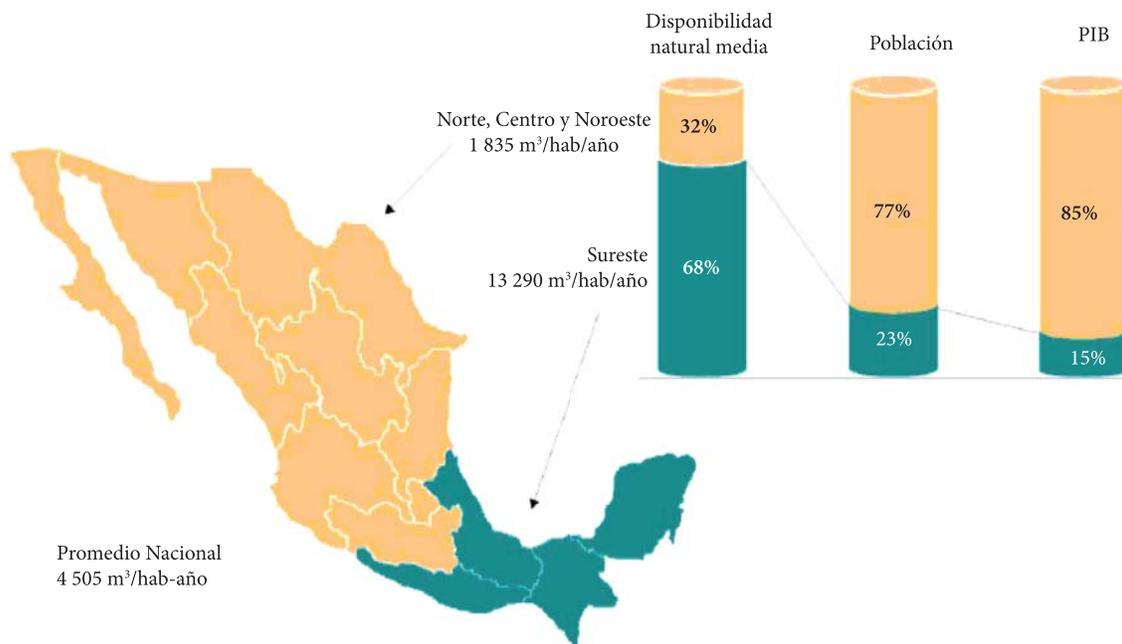
Como se observa en la Figura I.2, existe gran desigualdad en la distribución de agua, a lo que se agrega el hecho de que en la zona de baja disponibilidad se asienta el 77% de la población y se genera el 85% del PIB. Se estima que la disponibilidad natural media per capita nacional pasará de 4,505 m³/hab/año en 2004, a 3,808 m³/hab/año en 2025, sin considerar cambio climático, por lo que México ya se encuentra entre los países con baja disponibilidad de agua. Cabe mencionar que en la actual Administración Pública, el tema del agua ya es una prioridad nacional, por lo que se instrumenta la Cruzada Nacional por los Bosques y el Agua a través de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), y que es apoyada por las entidades federativas y los municipios del país, para la búsqueda y aplicación de soluciones para conservar y recuperar los bosques, el agua y los suelos de México.

Entre los factores que agudizan el problema de disponibilidad de agua, se encuentra la falta de mantenimiento de las redes de distribución, que ocasiona fugas considerables, así como el uso de agua potable en numerosos procesos que podrían usar agua de menor calidad, por ejemplo, el riego de áreas verdes, algunos procesos industriales y el agua para sanitarios.

De acuerdo con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en 2004, el grado de presión sobre el recurso hídrico —definido como la extracción total anual/ disponibilidad natural— fue de 120% en el Valle de México; 86% en la Península de Baja California y 1% en la región de la Frontera sur. La extracción total bruta de agua pasó de 72.6 km³ en 2001 a 75.4 km³ en 2004.

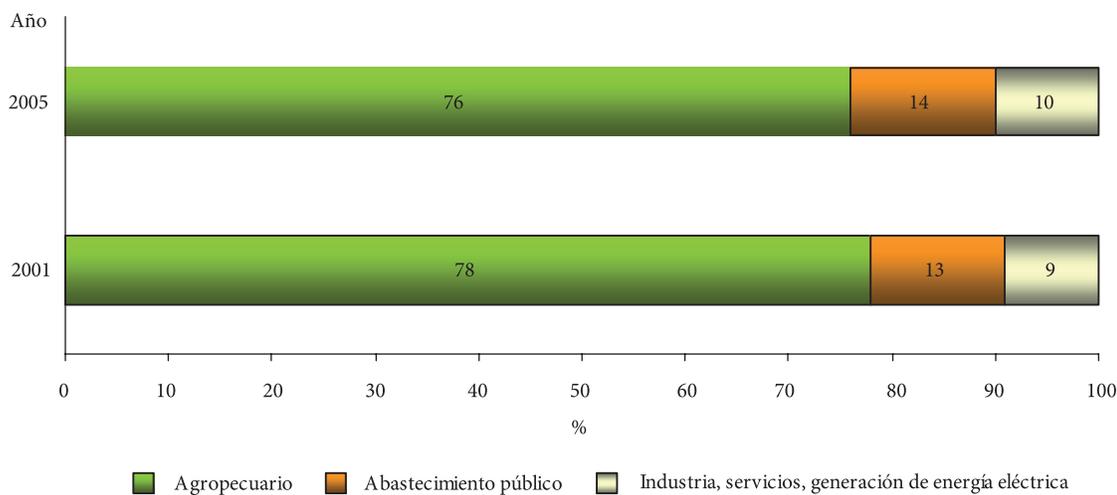
El sector agropecuario destaca por su mayor uso de agua (Figura I.3). Debido a la aplicación de algu-

FIGURA I.2 CONTRASTE ENTRE EL DESARROLLO Y LA DISPONIBILIDAD DE AGUA.



Fuente: CONAGUA, 2005.

FIGURA I.3 CONSUMO DE AGUA EN MÉXICO POR SECTOR, 2001 Y 2005.



Fuente: Elaboración propia con datos de CNA, 2003; CONAGUA, 2005; Presidencia, 2006d.

nos programas para modernizar la infraestructura, la tecnificación del riego y la capacitación, así como la presencia de lluvias mayores a las esperadas en algunos distritos del país, se logró un ahorro de 1.95 km³ de agua en el sector en 2005.

Existen alrededor de 4,000 presas que tienen una capacidad de almacenamiento de 150 km³ de agua en total. En lo referente a las aguas subterráneas, se tienen identificados cerca de 653 acuíferos distribuidos en el territorio nacional (CONAGUA, 2005), de los cuales 104 estaban sometidos a sobreexplotación en 2004. Los acuíferos suministran aproximadamente el 57% de la extracción nacional para todos los usos, aunque debido a la sobreexplotación, la reserva de agua subterránea disminuye a un ritmo de casi 6 km³ por año. Existen 17 acuíferos con problemas de intrusión salina ubicados en los estados de Baja California, Baja California Sur, Colima, Sonora y Veracruz.

El suministro de agua potable en 2000 fue de 312,007 litros por segundo (l/s) y se benefició a 83 millones de habitantes (87.8% de la población mexicana). Para 2005, estas cifras pasaron a 324,470 l/s y 87.2 millones de personas beneficiadas (89.5% de la población). En el periodo 2000-2005, la cobertura del servicio en las zonas urbanas avanzó de 94.7% a 95.2% y para las comunidades rurales de 68.2% a 71.5%. El sistema de alcantarillado en el país fue de 76.2% en 2000 y 77.2% en 2005 (92.1% en las zonas urbanas y 47.5% en zonas rurales) (CNA, 2003; CONAGUA, 2005; Presidencia, 2006d).

Aguas residuales

En 2001, los centros urbanos generaron 252 m³/s de aguas residuales, se colectó 80% por alcantarillas y de este porcentaje sólo el 26% recibió algún tipo de tratamiento. Para 2003, se generaron 255 m³/s, se recolectó en alcantarillado 79.6%.

A su vez, la industria descargó 171 m³/s de aguas residuales en 2001 y 258 m³/s en 2003. El 10% fue tratado para su reúso (CNA, 2003 y CONAGUA, 2005).

En 2004 operaban 1,182 plantas de tratamiento de aguas residuales municipales (CONAGUA, 2005). En 1994 se tenían registradas 177 plantas de tratamiento

de aguas residuales industriales, para 1998 ya había 1,354 plantas y para 2004 operaban 1,579 plantas.

Suelos

Casi dos terceras partes de los suelos del país no son aptos para la agricultura, debido a que están formados por leptosoles, regosoles y calcisoles que contienen poca humedad, son poco profundos y poseen baja fertilidad por su alto contenido de calcio (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

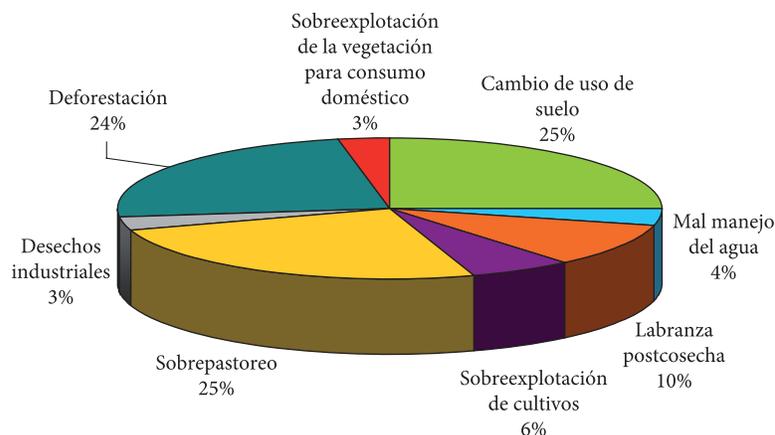
La erosión hídrica afecta el 37% de la superficie nacional, la erosión eólica el 15% y la degradación química casi el 7%. La erosión hídrica produce la pérdida de la capa superficial (25.3% del total de la superficie afectada), seguida por la deformación del terreno (11.6%) y la sedimentación (0.1%). La erosión eólica, por su parte, provoca la pérdida de la capa superficial (14.6%) y la deformación del terreno (0.4%). De la superficie del territorio afectada por la erosión eólica, la mayoría de los suelos se encuentra en estado ligero (36.3%) y moderado (34.4%) de degradación, mientras que el 20.5 y 8.7% de los suelos afectados por este tipo de erosión se degrada a una velocidad severa y muy severa, respectivamente.

Las principales causas que provocan la degradación de suelos en el país son el sobrepastoreo, la deforestación y el cambio de uso del suelo, debido principalmente a actividades agropecuarias (Figura 1.4).

Biodiversidad

México se ubica entre los cinco primeros países llamados “megadiversos”, que albergan entre 60 y 70% de la diversidad biológica conocida en el planeta. La diversidad conjunta de especies de México representa aproximadamente 12% del total mundial. En el país se conocen 23,522 plantas, 530 mamíferos, 804 reptiles, 1,107 aves y 77,307 insectos, entre otros. El estudio de la mayoría de los grupos de especies no ha sido concluido y se estima que la diversidad del país podría ser mayor. Un componente especial de la biodiversidad de México es la alta proporción de especies endémicas del país, esto se manifiesta en

FIGURA I.4 PRINCIPALES CAUSAS DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS.



Fuente: PNUMA-SEMARNAT, 2004.

que los mamíferos (terrestres y marinos) presentan un 32% de endemismo y la mitad o más de la flora no se encuentran en ninguna otra parte del mundo (CONABIO, 2006a).

Los modos y la intensidad del uso agropecuario de la tierra, conducentes a la transformación del hábitat, constituyen el factor de mayor impacto sobre la biodiversidad de México, al reducir el número de especies e incrementar el riesgo de extinción de especies endémicas y de pérdida de poblaciones de plantas y animales. Otras causas directas de la pérdida del capital natural son la contaminación de los ecosistemas, así como la introducción de especies invasoras y la variabilidad climática. Entre los factores directos se tiene la dinámica demográfica.

Desde 1997, la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) trabajó tanto en el Estudio de País como en la formulación de la Estrategia Nacional, en consecuencia México cuenta, desde 1998, con el documento denominado “La Diversidad Biológica de México, Estudio de País”. En la actualidad, la CONABIO coordina la elaboración del Segundo Estudio de País, que será publicado en 2007. En el documento se incluirá la caracterización de los ecosistemas y la biodiversidad que albergan, los cambios y la tendencia de los mismos registrada en años recientes, así como los factores responsables de

esos cambios; las políticas públicas, las formas de uso de los recursos naturales y la normatividad establecida para responder a las necesidades de conservación y manejo sustentable de la diversidad biológica de México, y la efectividad que han tenido en los últimos años; incluirá también el análisis de escenarios económicos, demográficos y de políticas públicas recomendables y sus posibles consecuencias en la conservación y el manejo sustentable de los ecosistemas del país. Participan más de 400 autores mexicanos, expertos en diversas disciplinas.

Por otro parte, en el año 2000, se logró concretar la Estrategia Nacional sobre Biodiversidad de México, convirtiéndose en el marco general orientador de las políticas nacionales para la conservación y uso sostenible de la biodiversidad (CONABIO, 2006b).

Pérdida de diversidad biológica

En el Cuadro I.1 se observa que el mayor número de especies de vertebrados extintos o desaparecidos corresponde a peces de agua dulce, con al menos 19 especies. Las aves son otro grupo muy afectado, ya que se tiene documentada la extinción o desaparición de ocho especies, debido en su mayor parte a la cacería, la destrucción de sus hábitat e introducción de especies exóticas. Desde 1600 a la fecha, se ha registrado la

CUADRO I.1 NÚMERO DE ESPECIES DE PLANTAS Y VERTEBRADOS QUE SE HAN EXTINGUIDO EN MÉXICO DESDE EL AÑO 1600.

GRUPO	ESPECIES EXTINTAS
Plantas	15
Peces	19
Anfibios	1
Reptiles	0
Aves	8
Mamíferos	4
Total	47

Fuente: PNUMA-SEMARNAT, 2004.

extinción de 15 especies de plantas y 32 de vertebrados (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

Bosques

En el país existen nueve tipos de vegetación: bosque mesófilo de montaña, matorral xerófilo, pastizal, bosque espinoso, bosque de coníferas y encinos, bosque tropical perennifolio, vegetación acuática y subacuática, bosque tropical caducifolio y bosque tropical subcaducifolio, distribuidos en tres zonas climáticas: tropical, templada y zona árida y semiárida (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

El Inventario Nacional Forestal que es un instrumento para conocer el estado de la cobertura forestal del país y para diseñar las políticas públicas relacionadas con la conservación y aprovechamiento sustentable de bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas de México, indicaba en el 2000 que los matorrales cubrían la mayor proporción de la superficie del país, seguidos por los cultivos, las selvas, los bosques y los pastizales (Cuadro I.2). México es el decimosegundo país en el mundo en lo que respecta a superficie forestal (CONAFOR, 2006a).

En 2004, se inició la preparación del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, que lleva un avance de 82% en el muestreo y tiene la peculiaridad de estandarizar categorías y formas de medición. Este proceso será de gran utilidad ya que la actualización

CUADRO I.2 ZONAS ECOLÓGICAS Y PORCENTAJE DE LA SUPERFICIE DE CADA FORMACIÓN EN MÉXICO, 2000.

FORMACIÓN	SUPERFICIE	
	KM ²	%
Cultivos	456,870	24
Bosques	328,507	17
Selvas	307,349	16
Matorral	554,518	28
Pastizal	188,473	10
Vegetación hidrófila	20,826	1
Otros tipos de vegetación	61,986	3
Otras coberturas	23,455	1
Total	1,941,984	100

Fuente: PNUMA-SEMARNAT, 2004.

de este instrumento se llevará a cabo cada cinco años y anualmente se realizará un monitoreo nacional de las zonas con pérdida de cobertura forestal (CONAFOR, 2006b).

En el Cuadro I.3 se observa que el ritmo de deforestación en México entre 1990 y 2000 fue de 347,000 hectárea/año, considerando únicamente bosques y selvas. La proyección de la tasa de deforestación entre 2000 y 2005 se hizo suponiendo que la tasa de deforestación para 1990-2000 se mantendría constante pero que se vería atenuada por los diversos programas que el gobierno federal aplica para reducir sus efectos (CCMSS, 2006). Así, en el periodo 2000-2005, México perdió casi 1,302,000 ha de bosque y la tasa total de deforestación fue de 0.4% por año, lo que significó una pérdida promedio anual de 260,000 hectáreas de bosque (CONAFOR, 2006b).

El resultado de este proceso es una base forestal degradada y subutilizada, que incluye la conversión de bosques y áreas naturales frágiles a usos agrícolas y ganaderos no sustentables, con pérdida de suelo y alteración de regímenes de humedad como resultado de la sobreexplotación de recursos maderables y no maderables que se traduce en una disminución de la productividad del bosque y de las áreas naturales. La mayor deforestación se concentra en el trópico húmedo (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

CUADRO I.3 CAMBIO EN LA EXTENSIÓN DEL BOSQUE, 1990-2005 (Ha).

CAMBIO EN LA EXTENSIÓN DE BOSQUE (HA)		TASA DE DEFORESTACIÓN HA/AÑO		%	CARACTERÍSTICAS DEL BOSQUE	HA
1990	69,016,000	1990-2000	-347,000	0.5	Total	64,238,000
2000	65,540,000	2000-2005	-260,000	0.4	Primario	32,850,000
2005	64,238,000				Modificado natural	30,330,000

Fuente: Elaboración propia con base en Mongabay, 2006; CCMSS, 2006; CONAFOR, 2006b.

En el periodo 2000-2005, México pasó del noveno al doceavo lugar mundial, en lo que a pérdida anual neta de superficie forestal se refiere. En cuanto al porcentaje de bosques que México pierde anualmente con relación a su superficie forestal total, actualmente ocupa el lugar número 61 en el mundo, con la pérdida de 0.4% de su superficie para el mismo periodo (CONAFOR, 2006b).

Aprovechamientos forestales

La producción forestal maderable disminuyó de 9.4 millones de m³ de rollo (m³r) en 2000 a 6.8 m³r en 2005. Aproximadamente, 65% fue escuadría, 18% celulosa, 6% leña y carbón y el resto chapa, triplay y postes. El consumo nacional aparente de 2005 fue de 16.9 m³r, es decir, 84% más que en 2000 (Presidencia, 2006d).

Las comunidades rurales se han involucrado en el manejo de sus recursos forestales y hay 8,500 ejidos cuyos pobladores son propietarios del 80% de las selvas (CONAFOR, 2006b).

Uso de leña

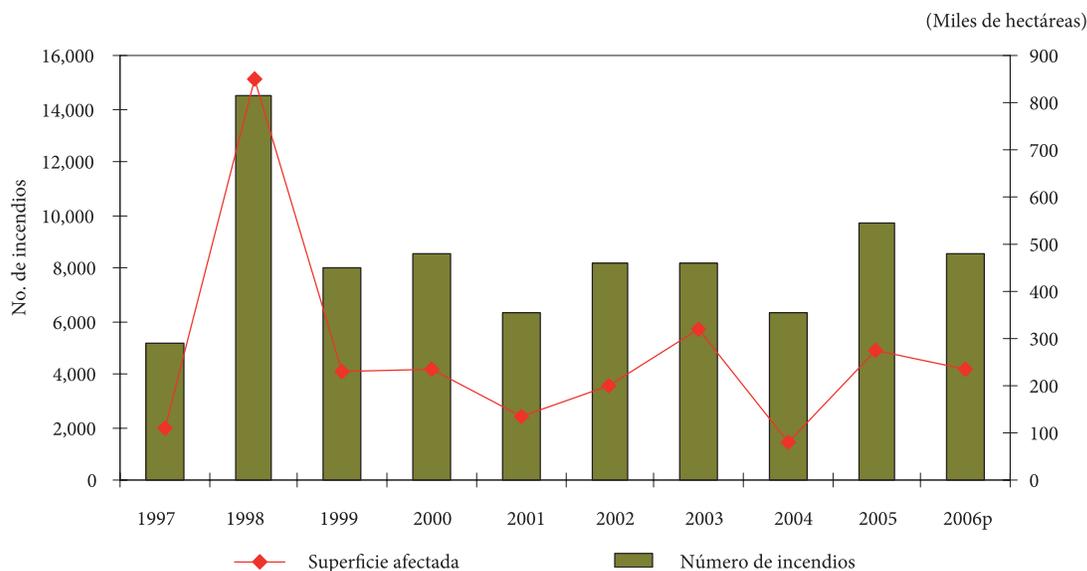
La leña representa 90% del consumo residencial rural, así, 28 millones de mexicanos dependen de este combustible para cocinar. Se estima que el consumo doméstico de leña combustible asciende a 37 millones de m³ por año, cifra superior a la producción maderera autorizada en el territorio nacional. Entre el 85 y 90% de las viviendas rurales queman leña combustible. La distribución del consumo de leña en el territorio

muestra que las entidades que consumen más leña son las que presentan una importante población rural, indígena y con alto grado de marginación. Las proyecciones para México indican que el consumo de leña se mantendrá prácticamente estable en el mediano plazo (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

Incendios

Anualmente se presentan incendios forestales de diversas magnitudes en todo el país, los cuales tienen lugar principalmente durante la estación seca del año, entre diciembre y agosto. En 2005 se presentaron 9,709 incendios forestales, que significó un aumento de 13.46% respecto a 2000 (Figura I.5). El promedio anual para el periodo fue de 7,880 incendios. La superficie promedio anual que resultó afectada fue de 208,533 hectáreas (SEMARNAT, 2006a). Para el primer semestre del 2006 se habían registrado 8,569 incendios forestales en las 32 entidades federativas del país, afectando una superficie de 234,745 hectáreas. La mayor parte de la superficie estaba cubierta por pastizales, vegetación herbácea, arbustos y zonas arboladas. Las causas más frecuentes de los incendios forestales fueron las actividades agropecuarias (42.07%); fogatas de paseantes (10.5%); fumadores (9.35%), actividades forestales (3.65%), quema de basureros (2.52%), cazadores furtivos (2.31%), derechos de vía (2.24%) y causas no especificadas (27.36%). Del total de incendios ocurridos, 83.0% tuvo una duración de un día, 12.9% entre dos y tres días, 2.9% de cuatro a siete días y el 1.2% de más de siete días.

FIGURA I.5 INCENDIOS FORESTALES Y SUPERFICIE AFECTADA, 1997-2006.



^p Cifras del periodo enero a julio.

Fuente: Presidencia, 2006d.

Debido a los daños provocados por los incendios forestales de 1998 sobre las zonas naturales de México, la CONABIO instrumentó el “Programa para detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota” a partir de 1999, y que se mantiene en continua actualización. Entre los logros alcanzados se encuentra la colaboración en la detección temprana de incendios forestales, la capacitación de 60 personas en el uso del programa y la colaboración con todos los países centroamericanos. Se visualiza que con el Programa, será posible analizar el comportamiento de la vegetación y la relación de esta dinámica con los incendios forestales, elaborar la cartografía de áreas quemadas y la transferencia de la tecnología (CONABIO, 2006c).

Mares y costas

México cuenta con 231,813 km² de mar territorial y cerca de 3,149,920 km² de zona económica exclusiva, entre ambas vertientes oceánicas, lo que representa casi un 50% de la extensión territorial continental. La zona costera es habitada por aproximadamente 15% de la pobla-

ción del país y algunas de sus localidades presentan las mayores tasas de crecimiento poblacional en México (2.8% en promedio) (SEMARNAT, 2006b).

De las 32 entidades federativas del país, diecisiete tienen frente litoral. La longitud de la línea de costa de dichos estados, sin contar el territorio insular, es de 11,122 km, de los cuales 7,828 km corresponden a estados que tienen acceso al Océano Pacífico y Golfo de California, mientras que los estados que limitan con el Golfo de México y el Mar Caribe tienen 3,294 km de línea de costa.

En las costas de México se realizan actividades económicas de las que depende el grado y tipo de desarrollo económico nacional y regional. En estas zonas se concentra 95% de la producción petrolera; 80% del gas natural; 80% de las exportaciones que salen por los puertos nacionales; más del 60% del turismo extranjero; 50% de la producción de energía eléctrica; la pesca ribereña e industrial; agricultura y la extracción de sal, arena y caliza.

Entre los principales problemas que atañen a las zonas costeras de México se encuentran: la pérdida del hábitat en zonas intermareales, dunas y acantilados de-

bido a la deforestación, al cambio de uso de suelo para desarrollos urbanos, portuarios y turísticos, a la minería o al relleno para construcción; la desaparición o disminución de humedales (marismas, manglares, petenes y ceibadales) debido a cambios en el uso del suelo o por asolvamiento y sedimentación, producto de la alteración de los cauces cuenca arriba (presas, deforestación); el deterioro del paisaje y de la calidad del agua; incendios; conflictos entre los sectores agropecuario, turístico, industrial, pesquero, acuícola y minero; el déficit en el empleo y problemas de delimitación, regulación e inspección y vigilancia, debido a la ocupación irregular de la zona federal marítimo-terrestre.

Manglares

Los manglares son ecosistemas que prestan diversos servicios al medio ambiente, entre los que destacan: la captura de carbono, el tratamiento natural de las aguas con altos contenidos de materia orgánica y la protección de las costas a la erosión ya que funcionan como barrera natural contra huracanes. También representan importantes sitios de crianza, refugio y alimentación para especies de importancia comercial, para microorganismos marinos y aves residentes y migratorias. Adicionalmente, los manglares proporcionan a las poblaciones locales de las zonas costeras, recursos como el carbón, leña, madera y materiales para la construcción de techos. Desde el punto de vista social, los ecosistemas de manglar son fuente de empleo y generan ingresos derivados de las actividades productivas que en ellos se desarrollan, como la pesca de camarón, peces, moluscos y crustáceos (SEMARNAT, 2006b).

En el 2000, la superficie de manglar era de 880,000 ha. De ella, aproximadamente, el 62% estaba ubicada en el Atlántico y 38% en el Pacífico. La cobertura de los manglares en las costas de México se ha visto afectada considerablemente en los últimos años. Existen referencias sobre la estimación de la tasa de pérdida anual de la cobertura nacional de manglar que varían entre 2.9 y 5.0%. Recientemente, la Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas del INE efectuó una

estimación preliminar de la tasa promedio anual de pérdida de manglar en 2.5% (INE, 2005). La proyección al año 2025 con esa tasa muestra una pérdida del 50% de la cobertura calculada para el año 2000. Actualmente está en proceso la modificación a la Norma 022, que buscará que los nuevos desarrollos turísticos no afecten y/o modifiquen los servicios ambientales que ofrecen los manglares (CEMDA, 2006).

Humedales

En México, los humedales, que son sitios de recarga de los mantos acuíferos, se encuentran amenazados ya sea por cuestiones agrícolas o por desarrollos urbanos principalmente. Por lo anterior, en 2005 se constituyó el Comité Nacional de Humedales, que entre otras cosas, estará encargado de generar lineamientos y recomendaciones para el manejo de estos ecosistemas. Por su parte, la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) impulsa junto con la CONAGUA, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informático (INEGI), la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la CONABIO, entre otras instituciones, un Inventario Nacional de Humedales que será una herramienta de gran ayuda para poder localizar, cuantificar y conocer el estado de los humedales del país y permitir la toma de decisiones (CONAFOR, 2006c).

Arrecifes coralinos

En México se reconocen seis zonas de arrecifes coralinos: la costa oeste de la Península de Baja California y el Golfo de California, las Islas Marías y Revillagigedo, la costa sur del Pacífico, los bancos localizados frente a las costas de Veracruz y Campeche en el Golfo de México y la barrera frente a la costa de Quintana Roo, Isla Cozumel y el Banco Chinchorro, misma que forma parte del Sistema Arrecifal Mesoamericano, segundo del mundo en extensión. Se estima que el área de arrecifes coralinos de aguas cálidas en el país asciende a 1,780 km², es decir, cerca del 0.63% del área total de ese tipo de arrecifes en el mundo (SEMARNAT, 2006b).

Las actividades productivas han impactado de forma directa o indirecta a estos ecosistemas. Los efectos del crecimiento demográfico en las zonas costeras, tales como la contaminación marina de origen terrestre, la sobreexplotación de las pesquerías y el turismo, son algunos de los factores de su deterioro.

En el 2006, la SEMARNAT dio a conocer la Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de los Océanos y Costas (PANDSOC), que tiene como misión inducir un marco administrativo vinculativo de los sectores económicos y los diferentes ámbitos de gobierno para generar acciones de manejo integrado con base en el enfoque de ecosistemas. La PANDSOC establece las bases para el desarrollo sustentable a partir del uso y aprovechamiento adecuado de los recursos naturales marinos y costeros.

De este modo, el país se encamina al cumplimiento de los compromisos adquiridos en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente de

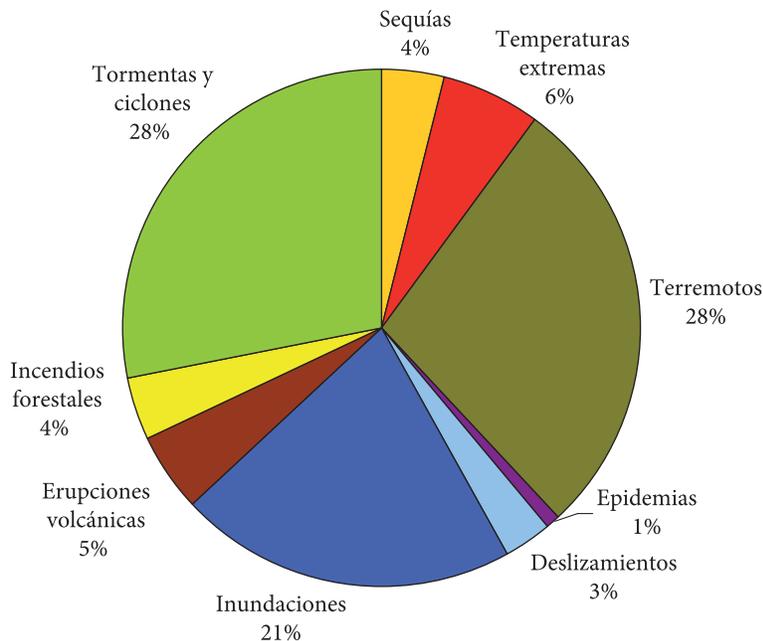
1992 (Cumbre de Río), y en la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002.

Riesgos naturales

México, y en particular sus costas, presentan vulnerabilidad variable al impacto de diversos fenómenos naturales, principalmente huracanes e inundaciones, así como deslizamientos y movimientos telúricos (Figura I.6). Lo anterior se debe a las características climáticas derivadas de la localización geográfica del país en la zona subtropical, a las características geomorfológicas y la dinámica de las placas tectónicas que originan temblores y maremotos, y localmente a los factores asociados al estado de la vegetación y a la fisiografía. Otros factores fundamentales de la vulnerabilidad a los riesgos naturales son la concentración de la población y el desarrollo productivo.

De los riesgos naturales destacan los ciclones o huracanes debido a sus efectos anuales en la pobla-

FIGURA I.6 RIESGOS NATURALES REGISTRADOS EN MÉXICO DE 1929 A 2004.



Fuente: SEGOB-CENAPRED, 2006.

CUADRO I.4 EFECTOS DE LOS FENÓMENOS OCURRIDOS EN MÉXICO EN 2005.

FENÓMENO	MUERTOS	POBLACIÓN AFECTADA (PERSONAS)	VIVIENDAS DAÑADAS	ESCUELAS DAÑADAS	ÁREA DE CULTIVO Y/O PASTIZAL DAÑADOS	CAMINOS AFECTADOS (KM)	TOTAL DE DAÑOS (MILLONES DE PESOS)	PORCENTAJE TOTAL
Hidrometeorológicos	203	818,397	127,371	2,605	1,091,881	21,324	45,096.0	99.3
Geológicos	25	721	96	0	0	0	1.4	0.0
Químicos	93	6,031	102	0	276,091	0	284.4	0.6
Sanitarios	0	14	0	0	0	0	0.0	0.0
Socio-organizativos	197	1,369	13	0	0	0	44.4	0.1
Total	518	826,532	127,582	2,605	1,367,972	21,324	45,426.2	100.0

Fuente: SEGOB-CENAPRED, 2006.

ción, la infraestructura y los ecosistemas costeros, principalmente de mayo a noviembre, que causan inundaciones, grandes pérdidas económicas e incluso la pérdida de vidas humanas. En el Cuadro I.4 se presentan los efectos de los fenómenos ocurridos durante 2005.

Fenómenos hidrometeorológicos extremos

México tiene una alta incidencia de ciclones por estar ubicado en cuatro de las seis regiones generatrices de ciclones del mundo (SEGOB-CENAPRED, 2006). En las zonas cercanas a México, los ciclones tropicales se desarrollan en el Océano Atlántico, donde se tiene un promedio de once ciclones tropicales por temporada, de los cuales seis alcanzan la categoría de huracán; mientras que en el Océano Pacífico del Noreste se tiene un promedio de quince ciclones tropicales por temporada, de los cuales ocho llegan a la categoría de huracán (INE-IMTA, 2006).

Entre 1980 y 2004, impactaron las costas de México 92 ciclones tropicales, de los cuales 42 tenían intensidad de huracán al llegar a tierra. En promedio, cada año, 3.8 de estos fenómenos afectan al país, de los cuales 1.4 a las costas del Golfo de México y el Caribe, y 2.4 a las del Pacífico (CONAGUA, 2005).

Los huracanes que han entrado hacia el sur del Golfo de México han sido más severos durante los

últimos veinte años, por ejemplo Gilbert en 1988; Gert en 1993; Opal y Roxanne en 1995 e Isidore en 2002 (Yáñez-Arancibia A. y J. W. Day 2005a). En los últimos cinco meses de 2005 se registraron veintitrés tormentas tropicales y huracanes, lo cual no había sucedido para un periodo tan corto en el Golfo de México (Yáñez-Arancibia A. y J. W. Day 2005b). En septiembre y octubre emergieron los huracanes Emily, Stan y Wilma, que causaron graves impactos en Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán, Veracruz, Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Chiapas y Quintana Roo (Cuadro I.5). El ascenso del nivel medio del mar inducido por los vientos y el volumen de agua empujado por Wilma en Quintana Roo, fue de magnitud devastadora. En condiciones normales, el registro de la altura de las olas y la velocidad del viento eran de 2 m y 4 m/s, respectivamente, y durante el evento se presentaron olas de 10 m y vientos con velocidad de 30 m/s (SEGOB-CENAPRED, 2006). Quintana Roo es el centro turístico más importante de México, es visitado anualmente por 3 millones de turistas y aporta más de la tercera parte de los ingresos turísticos del país, \$3,280 millones de dólares. Tras el paso del huracán Wilma en la entidad, quedaron afectados 287 hoteles, la disponibilidad de hospedaje se redujo en un 60% al verse dañados 16,384 cuartos y se dejaron de percibir \$160 millones de dólares mensuales. Otro efecto de relevancia fue la erosión de las playas.

CUADRO I.5 EFECTOS DE LOS HURACANES MÁS DESTRUCTIVOS EN MÉXICO, 1980-2005.

FECHA	FENÓMENO	ESTADOS AFECTADOS	DECESOS	VIVIENDAS AFECTADAS	TOTAL (MILLONES DE DÓLARES)
Septiembre de 1988	Gilbert	Coahuila, Campeche, Nuevo León, Quintana Roo, Tamaulipas, Yucatán	240	9,739	76
Septiembre de 1993	Gert	Hidalgo, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz	40	5,000	18
Septiembre de 1995	Opal	Campeche, Quintana Roo, Tabasco, Yucatán	14	35,229	125
Octubre de 1995	Roxanne	Varios estados	29	331	241
Octubre de 1997	Paulina	Oaxaca, Guerrero	228	54,500	448
Septiembre de 2001	Juliette	Sonora, Baja California Sur	9	19,079	189
Septiembre de 2002	Isidore	Yucatán, Campeche	4	89,681	920
Octubre de 2002	Kena	Jalisco, Nayarit	2	472	129
Agosto y Septiembre de 2003	Ignacio y Marty	Baja California Sur	8	2,488	71
Agosto y Septiembre de 2005	Emily	Tamaulipas, Nuevo León, Yucatán, Quintana Roo	0	34,565	403
Octubre de 2005	Stan	Hidalgo, Puebla, Oaxaca, Veracruz, Chiapas	98	58,252	1,934
Octubre de 2005	Wilma	Yucatán, Quintana Roo	93	28,980	1,724

Fuente: SEGOB-CENAPRED, 2006

Población

México está formado por 31 entidades y un Distrito Federal (D.F.), mismos que están constituidos por 2,446 municipios (incluidas las 16 delegaciones políticas del D.F.). Existen 199,391 localidades en el país, de las cuales 178 cuentan con 50,000 o más habitantes; 2,863 localidades tienen entre 2,500 y 49,999 habitantes; en 47,771 hay entre 100 y 2,499 habitantes y en 148,579 localidades hay menos de 100 habitantes (CONAGUA, 2005).

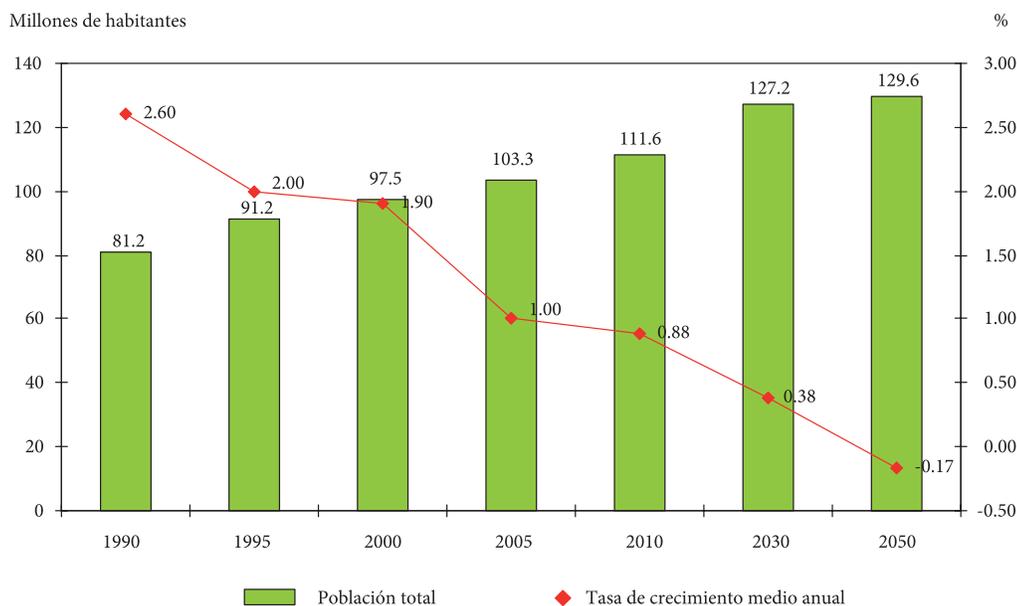
La población total del país pasó de 97.5 a 103.3 millones de habitantes en el periodo de 2000 a 2005. La tasa media de crecimiento anual de la población en ese periodo fue de 1.19% (Figura I.7). En 2005, los hombres conformaban 48.7% de la población total y las mujeres 51.3%. La población urbana representó el 74.6% de la población total en el 2000 y 76.5% para 2005. La tasa de crecimiento sitúa al país en la posi-

ción número 83 entre las naciones que con cien mil o más habitantes, registran el menor crecimiento poblacional. El Distrito Federal es la entidad de la que emigran más mexicanos, mientras que Baja California se ha convertido en uno de los destinos de los migrantes (CONAPO, 2002; INEGI, 2006b; Presidencia, 2006d).

La tasa de natalidad descendió de 23.7 a 19.0 nacimientos por cada mil habitantes entre 2000 y 2006. La tasa global de fecundidad fue de 2.7 hijos por mujer para el año 2000 y 2.2 para el 2006 (INEGI, 2006b; Presidencia, 2006d).

La mortalidad general aumentó ligeramente, al pasar de 4.7% a 4.9% de 2000 a 2006. En tanto, la esperanza de vida de los mexicanos aumentó de 74.0 a 74.5 años en el mismo periodo, lo que equivale a una reducción anual del riesgo de morir de 0.1% para ambos sexos. La mortalidad infantil, por su parte, se redujo 18.8% al pasar de 233 a 190 decesos de menores de un año por cada mil nacimientos de 2000 a 2005.

FIGURA I.7 POBLACIÓN TOTAL Y TASA DE CRECIMIENTO MEDIA ANUAL, 1990-2050.



Fuente: Elaboración propia con datos de CONAPO, 2002 e INEGI, 2006b.

Respecto a la densidad de población, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), estima que el promedio nacional fue de 50.0 y de 53.3 habitantes por km² para 2000 y 2006, respectivamente. El Distrito Federal tiene la menor extensión territorial y el mayor número de personas, por lo que resulta ser la entidad con la mayor densidad poblacional —5,972 habitantes por km² en 2005—. En contraste, Baja California Sur, ubicada en el extremo peninsular más aislado, a pesar de no estar entre las más extensas, es la que registra la más baja densidad poblacional con sólo 7 habitantes por km².

Distribución

Las cinco principales zonas metropolitanas del país son el Valle de México, Guadalajara, Monterrey, Puebla-Tlaxcala y Toluca que en conjunto están habitadas por el 28.7% de la población total. La zona metropolitana del Valle de México se mantiene como el mayor asentamiento urbano, con 18.5 millones de residentes, el 17.9% de la población nacional (CONAPO, 2002 y Presidencia, 2006d).

Dentro del sistema urbano nacional, destacan las tasas de crecimiento de cinco ciudades: Playa del Carmen (9.37%) y Cancún (4.52%) en Quintana Roo; San José del Cabo (5.73%) y Cabo San Lucas (5.71%) en Baja California Sur; y Ciudad Acuña (4.33%) en Coahuila. Las cuatro primeras son una expresión del dinamismo de los principales centros turísticos del país y la última pone nuevamente de manifiesto la fuerte atracción que ejerce sobre la población del resto del país, el impulso a la industria maquiladora en la frontera norte.

En contraste, la población disminuyó en las más de 182,000 localidades rurales (con menos de 2,500 habitantes), ya que pasó del 25.4% de la población total en 2000 a 23.5% en 2006. Oaxaca es la entidad con mayor porcentaje de población rural y en sentido contrario lo es Nuevo León.

Respecto a la distribución geográfica de la población, la mayor parte se encuentra en las zonas templadas (42%) y áridas (32%), y el resto de la población se localiza en el trópico (26%). (PNUMA-SEMARNAT, 2004).

Población futura

El CONAPO estima que la población del país —contabilizada a mitad del año indicado— aumente a 111.6 millones en 2010, 127.2 millones en 2030 y 129.6 millones en 2050. La tasa de crecimiento total a su vez descenderá a 0.88% en 2010, 0.38% en 2030 y menos 0.17% en 2050. La tasa global de fecundidad pasará de 1.97 hijos por mujer en 2010 a 1.85 hijos por mujer en 2050 (CONAPO, 2002).

La población en edad de trabajar (15 a 59 años) y los adultos mayores (60 años o más) abarcarán cada vez mayores proporciones. La edad media de la población fue de 26.6 años en 2000; 28.3 en 2005; y pasará a 30.2 en 2010; 37.0 para 2030; y 42.7 años en 2050. Este proceso de envejecimiento se puede ver de manera más precisa en la secuencia de pirámides de población que se muestra en la Figura I.8.

En el futuro previsible se espera que el proceso de urbanización siga su curso aunque a un ritmo más lento. El sistema urbano nacional aumentará a 76.2 y 90.2 millones de habitantes en 2010 y 2030, respectivamente; es decir, 68.2 y 70.9% del total del país. Se prevé que en los próximos 27 años otras seis ciudades llegarán al millón de habitantes; las zonas metropolitanas

de Querétaro en 2010, Mérida en 2014, Cuernavaca en 2017, San Luis Potosí en 2018, Aguascalientes en 2021 y la ciudad de Mexicali en 2027 (CONAPO, 2002).

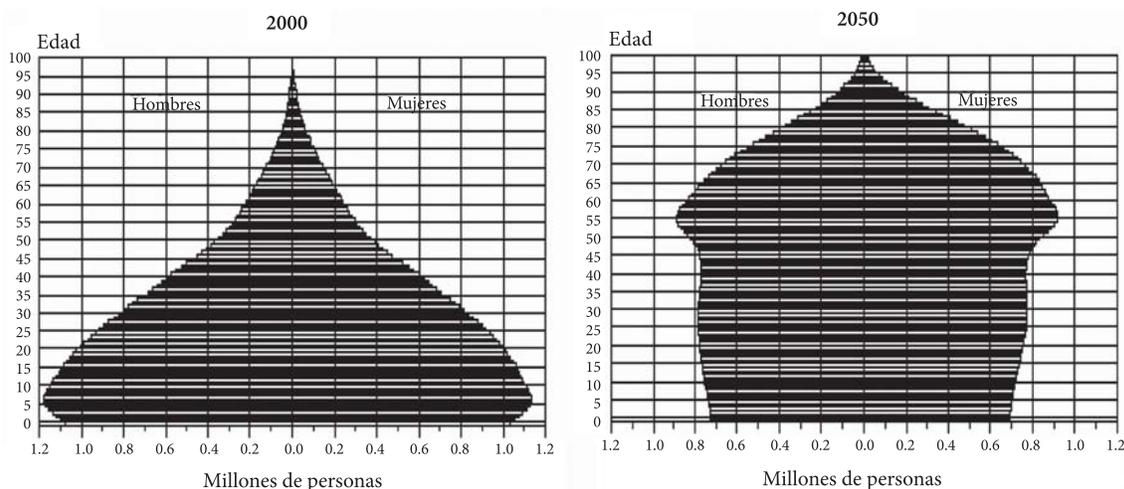
En una prospectiva, más de 60% de la población rural podría concentrarse, para el año 2030, en tan sólo ocho entidades federativas: Chiapas (11.0%), Veracruz (10.5%), Oaxaca (8.4%), Puebla (7.1%), Guanajuato (6.2%), Estado de México (6.0%), Guerrero (5.7%) y Michoacán (5.4%).

Indicadores de Desarrollo social

Pobreza

La metodología oficial adoptada por el gobierno mexicano para definir la pobreza desde 2002, incluye tres líneas: la primera de ellas, denominada “pobreza alimentaria”, identifica la población cuyo ingreso es inferior al necesario para adquirir una canasta suficiente de alimentos. El ingreso mensual requerido fue de \$739.6 y \$548.17 pesos a precios del año 2004 por persona para zonas urbanas y rurales, respectivamente. La segunda línea se denomina “pobreza de capacidades” y se refiere al ingreso que permite cubrir las necesidades mínimas de alimentación, pero que es

FIGURA I.8 PIRÁMIDES DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN DE MÉXICO POR EDAD, 2000 Y 2050.



Fuente: CONAPO, 2002.

insuficiente para realizar la inversión necesaria en la educación y la salud para cada miembro del hogar. El ingreso mensual establecido fue de \$909.71 y \$651.77 pesos de 2004 por persona para zonas urbanas y rurales, respectivamente. Finalmente, la tercera línea se denomina “pobreza de patrimonio” y se refiere a la población que cuenta con el ingreso suficiente para cubrir sus necesidades mínimas de alimentación, educación y salud (superior a la línea de pobreza de capacidades), pero que no les permite adquirir los mínimos aceptables de vivienda, vestido, calzado y transporte, para cada uno de los miembros del hogar. El ingreso establecido para esta línea de pobreza equivalió a \$1,487.34 y \$1,000.4 pesos de 2004 (SEDESOL, 2005).

Con base en las cifras presentadas en el Cuadro I.6, en 2004 se alcanzó el menor porcentaje de población en condiciones de pobreza en la historia reciente del país. El total de pobres es menor al 50% del total poblacional. La pobreza en el país es un desafío importante y está asociada con la desigualdad y la exclusión social, principalmente de los grupos indígenas (44% de los indígenas se encuentran en el extremo más pobre del ingreso y sufren los mayores niveles de privación en términos de salud, educación y acceso a servicios básicos).

Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) fue propuesto por el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) como punto de referencia para evaluar el progreso de los países en la materia. Dicho índice combina tres elementos: el Producto Interno Bruto (PIB) por habitante y los índices de salud y educación. El cero representa el valor mínimo de referencia y refiere un rezago importante, un índice cercano a uno significa que en promedio, el desarrollo de la población es semejante al grado deseable. De acuerdo con el Informe sobre Desarrollo Humano: México 2004 (PNUD, 2005), existen desigualdades importantes tanto regionales como entre entidades federativas. Aunque el conjunto nacional alcanza un IDH de 0.7937, cercano al que tienen los países de elevado desarrollo humano, sólo el Noreste, Noroeste y Centro del país alcanzan un IDH considerado de alto desarrollo, mientras que el resto del país entra en la categoría intermedia (INE, 2004). Catorce entidades federativas registran un IDH alto, dentro de las cuales el Distrito Federal tiene el mejor registro con 0.8830; Nuevo León 0.8451, Coahuila 0.8284, Baja California Sur 0.8269, Aguascalientes 0.8246 se ubican en la región norte; Campeche 0.8189 y Quintana Roo 0.8238, en el Sur. Asimismo,

CUADRO I.6 POBLACIÓN Y POBREZA EN MÉXICO, 1989-2004.

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN (%)		POR TIPO DE POBREZA (MILLONES)*		
		POBRES*	NO POBRES	ALIMENTARIA	CAPACIDADES	PATRIMONIO
1989	83.67	53.40	46.60	19.00	24.50	44.70
1992	88.76	52.60	47.40	20.00	24.90	46.70
1994	92.04	55.60	44.40	19.40	27.10	51.20
1996	95.10	69.60	30.40	35.30	43.10	66.20
1998	97.92	63.90	36.10	33.20	39.90	62.60
2000	100.57	53.70	46.30	24.30	32.10	54.00
2002	103.04	50.60	49.40	20.90	28.20	52.10
2004	105.57	47.00	53.00	18.30	26.00	49.60

* Porcentaje de la población bajo la línea de pobreza relativa patrimonial (incluye alimentaria y de capacidades).

Fuente: SEDESOL, 2005.

las cinco entidades más rezagadas son Chiapas 0.7076, Oaxaca 0.7164, Guerrero 0.7296, Michoacán 0.7422 y Veracruz 0.7457.

Índice de marginación

El Índice de Marginación (IM) desarrollado por el CONAPO, es el mejor indicador disponible de la pobreza en México, se construye a partir de nueve indicadores¹ socioeconómicos de privación social y se utiliza ampliamente en el país para establecer acciones prioritarias de política social en los distintos niveles de gobierno. El IM no es comparable a nivel internacional. Dado que la construcción del IM se basa en datos censales, será necesario esperar hasta el 2010 cuando se realice un censo general de población, para su actualización (INEE, 2004).

En el año 2000 el IM, visto por entidad federativa, se ubicó entre -1.5294 para el Distrito Federal y 2.2507 para Chiapas. Entre menor es el valor del índice, menor es la proporción de su población juvenil y adulta en condiciones de aislamiento geográfico.

- Elevado IM. En el año 2000, el 20% de la población nacional se distribuía en las cinco entidades (Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Veracruz e Hidalgo) con el más elevado IM y sus tasas de analfabetismo eran las mayores del país. En las tres primeras entidades más del 40% de la población no concluyó la primaria.
- Alto y mediano IM. El 23% de la población nacional se ubicaba en las entidades con alto grado de marginación (San Luis Potosí, Puebla, Campeche, Tabasco, Michoacán, Yucatán, Zacatecas, Guanajuato y Nayarit). El 8.8% de la población nacional se asentaba en entidades de marginación media (Sinaloa, Quintana Roo, Durango, Tlaxcala, Morelos y Querétaro).
- Bajo IM. El 30% de la población nacional (establecida en Tamaulipas, Sonora, Chihuahua, Baja Ca-

lifornia Sur, Estado de México, Colima, Jalisco y Aguascalientes) vivía con un bajo grado de marginación. Mientras que el 18% de la población nacional, distribuida en el Distrito Federal, Coahuila, Baja California y Nuevo León, lo hacía con las tasas más bajas de marginación.

Durante la última década del siglo XX, cuatro entidades ampliaron su brecha con respecto al Distrito Federal: Guerrero (6%), Campeche (3%), Nayarit (2%) y Baja California Sur (1%). En sentido contrario, siete entidades federativas acortaron de manera importante su distancia: Nuevo León (56%), Coahuila (48%), Aguascalientes (30%), Baja California (24%), Querétaro (23%), Tamaulipas (22%) y Quintana Roo (21%).

Salud

El 2.6% del PIB que se invierte como gasto público en salud, no ha variado en el periodo 2000-2006.

Con la reciente Reforma de Ley se ha innovado el sistema de salud en México para que se extienda a todos los mexicanos a través de la implementación de un nuevo sistema de salud integrado por tres seguros públicos:

1. Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) está destinado a los trabajadores asalariados del sector privado formal de la economía. Este seguro brindó atención a 46.53 millones de personas en 2000 y 47.54 en 2006, aproximadamente 45.7% de la población (SSA, 200; Presidencia, 2006d).
2. Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) es un seguro para los trabajadores al servicio del estado. La población derechohabiente fue de 10.07 y 10.77 millones en 2000 y 2006, respectivamente (10.6% de la población).

¹ El IM se construye a partir de la población analfabeta de 15 años o más; ocupantes en viviendas particulares sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo; sin disponibilidad de energía eléctrica; sin disponibilidad de agua entubada; viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento; ocupantes en viviendas particulares con piso de tierra; población en localidades con menos de 5,000 habitantes y población ocupada con ingresos hasta de dos salarios mínimos.

3. Seguro Popular de Salud (SPS). A partir del 1º de enero de 2004 se reformó la Ley General de Salud y se estableció el Sistema de Protección Social en Salud, cuyo brazo operativo es el SPS. Este seguro se dirige a las personas auto-empleadas, a los trabajadores del sector informal y a los desempleados sin acceso a otros seguros. En tan sólo tres años de operación, el SPS ya es la segunda figura en importancia que atiende a 11.40 millones de personas, es decir, aproximadamente el 11.7% del total de la población nacional (Figura I.9).

Enfermedades transmisibles

Las enfermedades no transmisibles como son la *diabetes mellitus* y las enfermedades cardiovasculares, han desplazado a las enfermedades transmisibles que ocupaban los primeros sitios de mortalidad. Estos cambios tienen una influencia muy importante en la salud de la población mexicana y en la demanda de servicios médicos, ya que los problemas de salud se concentran en la población adulta madura y en específico en la población mayor de 65 años de edad.

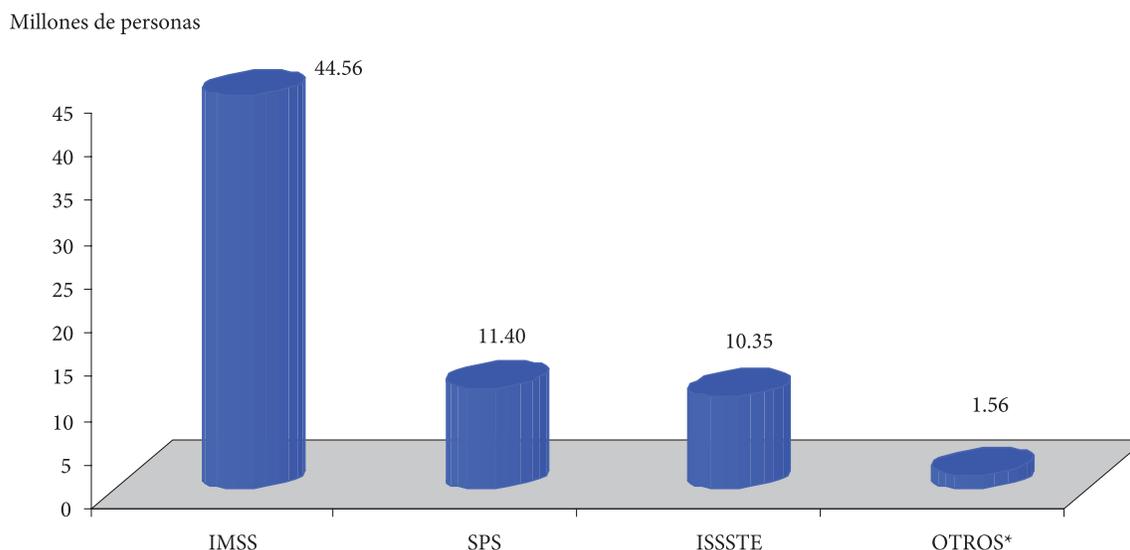
Desnutrición

La mortalidad por enfermedades de la nutrición presentó un comportamiento favorable, al reducirse en 5.2% en el periodo 2000-2006, para alcanzar en el último año una tasa de 6.9 por cada 100 mil niños, inferior a 12.1 reportada al comienzo del sexenio. Las actividades de los programas sociales han contribuido a reducir las deficiencias nutricionales de la población infantil (Presidencia, 2006d).

Mortalidad infantil

En los últimos 25 años han ocurrido cambios importantes en el patrón epidemiológico de la población infantil en México. La tasa de mortalidad infantil se redujo a 18 por cada 1,000; es decir, una disminución del 62%. Más del 70% de las muertes infantiles están asociadas a afecciones perinatales o malformaciones congénitas y más específicamente, a la dificultad respiratoria del recién nacido, la sepsis bacteriana neonatal y las malformaciones congénitas del corazón (SSA, 2004). En sentido opuesto, las infecciones comunes se

FIGURA I.9 COBERTURA DEL SISTEMA DE SALUD EN MÉXICO, 2005.



* Secretaría de la Defensa Nacional, Secretaría de Marina y Petróleos Mexicanos.
Fuente: SSA, 2005.

han abatido, particularmente las diarreas, que se asocian a 4% de la mortalidad infantil. La mortalidad de niños en poblaciones pequeñas, rurales y pobres puede llegar a ser cinco veces mayor que la de poblaciones grandes, debido a las desigualdades en el acceso a clínicas primarias (Aguilera *et al.*, 2005).

Economía

En 2005 La economía mexicana se ubicó en la treceava posición a nivel mundial con base al Producto Interno Bruto (PIB) (FMI, 2006). En cuanto al comercio exterior, México es la octava potencia en el mundo desde 2003 (Presidencia, 2006a).

En el periodo de 2000-2006, el PIB pasó de \$1,605 miles de millones de pesos de 1993 a \$1,822 miles de millones de pesos de 1993. El crecimiento real anual de este indicador respecto al año inmediato anterior, fue de 6.6% y 3.0% para 2000 y 2005, respectivamente (Figura I.10).

Para efectos de comparación internacional, el PIB de México fue de \$262,710 y \$768,437 millones de dólares en 1990 y 2005, respectivamente (Presidencia, 2006d y FMI, 2006).

Cabe destacar que en el año 2004, el Distrito Federal aportó el 21.8% del PIB nacional; Estado de México, 9.5%; Nuevo León, 7.4% y Jalisco, 6.3%.

Para el periodo 2000-2006, el PIB per capita pasó de \$55,788 pesos corrientes a \$87,150 en 2006. Para comparación internacional, el PIB per capita creció

6.5% anual en el periodo 1990-2003 y pasó de \$4,456 a \$9,168 dólares. (Presidencia, 2006d). El desafío de la economía mexicana está en mejorar la distribución del ingreso en la sociedad ya que el 10% más pobre de la población mexicana sólo recibe 1.4% del ingreso nacional, en tanto que el 10% más rico recibe el 42.8% del mismo.

El progreso de la economía en este periodo se debió al ritmo de crecimiento de la economía mundial superior al previsto, recuperación de los precios internacionales del petróleo, reactivación vigorosa del consumo y la inversión del sector privado. En 2005, la desaceleración de los sectores industrial y agropecuario constituyó el principal factor de la contracción de la economía del país, el sector servicios avanzó a un ritmo anual de 4.2%. Para el primer semestre de 2006, la actividad industrial incrementó su ritmo anual en 5.4%, el sector terciario 5.4% y el agropecuario 2.6% (Figura I.11) (SHCP, 2006).

Por otra parte, las remesas, que son cantidades de dinero enviadas por emigrantes mexicanos a su país, aportaron ingresos muy significativos en el periodo 2000-2006 (Cuadro I.7).

Balanza comercial

La balanza comercial de México, medida como la suma de las exportaciones y las importaciones nacionales, pasó de menos \$8,337 millones de dólares a menos \$7,587 millones de dólares en el periodo de 2000-2005.

CUADRO I.7 INGRESOS POR REMESAS FAMILIARES (MILLONES DE DÓLARES), 2000-2006^P.

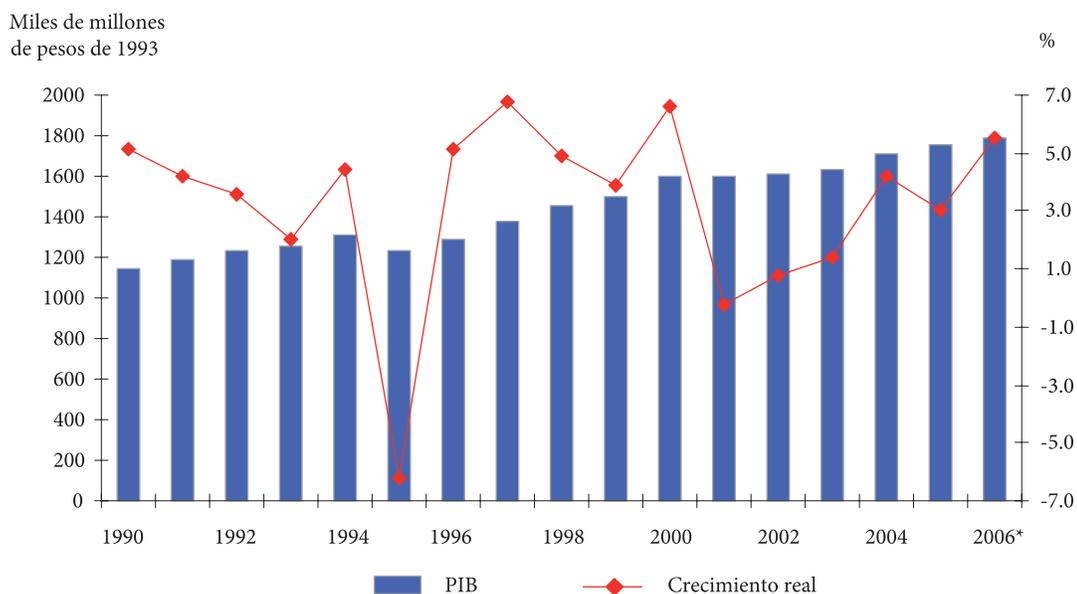
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 ^P
Remesas Totales	6,572.8	8,895.3	9,814.4	13,396.2	16,612.8	20,034.9	15,510.1

P: hasta agosto de 2006.¹

¹ Fuente: Banco de México, 2006. Informe Anual 2005; consultado en: <http://www.banxico.org.mx/>

Fuente: Banco de México, 2006. Indicadores Económicos y Financieros; consultado en: <shttp://www.banxico.org.mx/SieInternet>

FIGURA I.10 EVOLUCIÓN DEL PIB NACIONAL Y SU TASA DE CRECIMIENTO REAL ANUAL, 1990-2006.

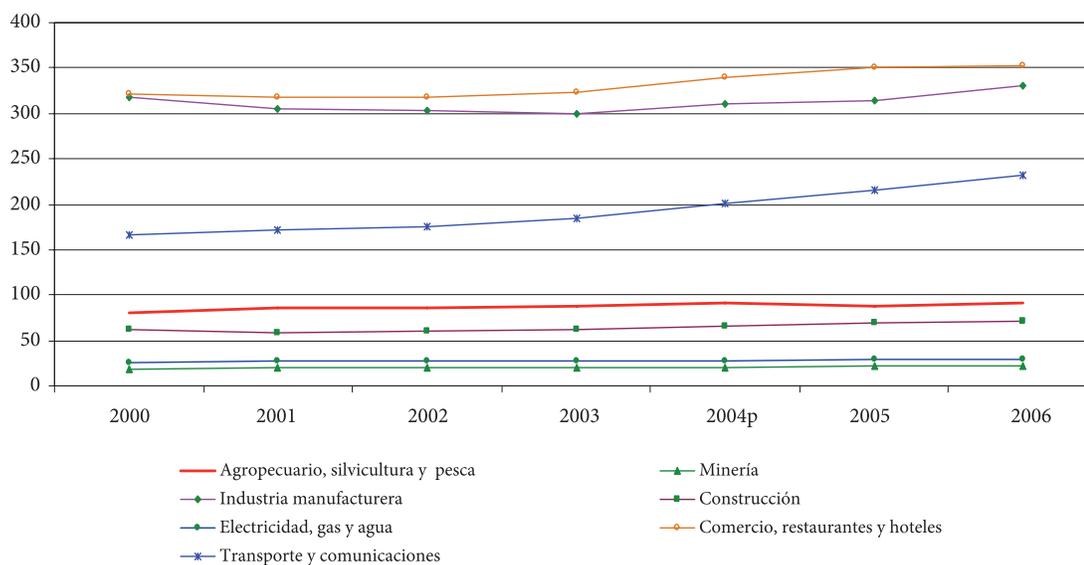


* Cifra de enero a marzo de 2006 con respecto al mismo periodo de 2005.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, 2006c.

FIGURA I.11 EVOLUCIÓN DEL PIB POR SUBSECTORES, 1990-2004.

Miles de millones de pesos a precios de 1993



^p Preliminar a partir del año indicado. Para 2006 se considera sólo el primer semestre.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2006c.

Las exportaciones totales ascendieron de \$166,121 millones de dólares en 2000 a \$214,233 millones de dólares en 2005. En tanto, las importaciones, sumaron \$174,458 millones de dólares en 2000 y \$221,820 millones de dólares en 2005 (Presidencia, 2006d).

México operó doce tratados de libre comercio (TLC) con 43 países de América del Norte, Europa, América Latina y Asia, incluido el Acuerdo de Asociación Económica con Japón, que se firmó durante 2005. Se continuó la negociación de acuerdos comerciales con socios en América Latina en el marco de la Asociación Latinoamericana de Integración (ALADI) y se participó activamente en las negociaciones comerciales de la Organización Mundial de Comercio (OMC), del Mecanismo de Cooperación Económica Asia-Pacífico (APEC) y del Área de Libre Comercio de las Américas (ALCA).

El comercio total de México a través de los tratados de libre comercio ascendió a \$373,300 millones de dólares en 2005, 12% más que el registrado en 2004 y representó 85.8% del total del intercambio comercial del país (Presidencia, 2006a).

Empleo

La población económicamente activa (PEA) fue de 39.99 millones de personas en 2000 y 43.52 millones en 2006. La tasa de desempleo de la PEA fue de 2.2% en 2000 y 4.4% en 2006.

En el sector primario, que incluye agricultura, ganadería, silvicultura, caza y pesca, se ocuparon el 18.2% y 12.8% de la PEA en los años 2000 y 2006, respectivamente. En el sector secundario (industria extractiva, de la electricidad, transformación y construcción), trabajó el 26.5% y 18.9% en 2000 y 2006, respectivamente. En tanto que en el sector terciario, dedicado a los servicios y el gobierno, estaba el 55.5% y 62.5% en los mismo años (Presidencia, 2006d).

El salario nominal promedio mensual cotizado al IMSS fue de \$129.7 pesos en 2000 y \$197.5 en 2006. Las industrias extractiva y de la transformación, pagaron los mejores salarios, por ejemplo en 2005, superaron a los del sector primario hasta en un 100%.

Energía

La producción de energía primaria en 2004 fue de 10,331 petajoules (PJ), lo que representó un 2.6% más que en 2003 (SENER, 2005). Los principales componentes de dicha producción fueron los hidrocarburos que aportaron el 90.6%, seguidos por la electricidad primaria (hidroenergía, nucleoenergía, geoenergía y energía eólica) que participó con el 4.1% del total. Asimismo, la biomasa y el carbón mantuvieron sus contribuciones, al ubicarse en 3.4 y 1.9%, respectivamente (Figura I.12). Cabe destacar que la hidroenergía, el gas no asociado, la energía eólica, los condensados y la geoenergía, presentaron los mayores incrementos con tasas de 24.1, 18.6, 17.3, 16.4 y 8.2%.

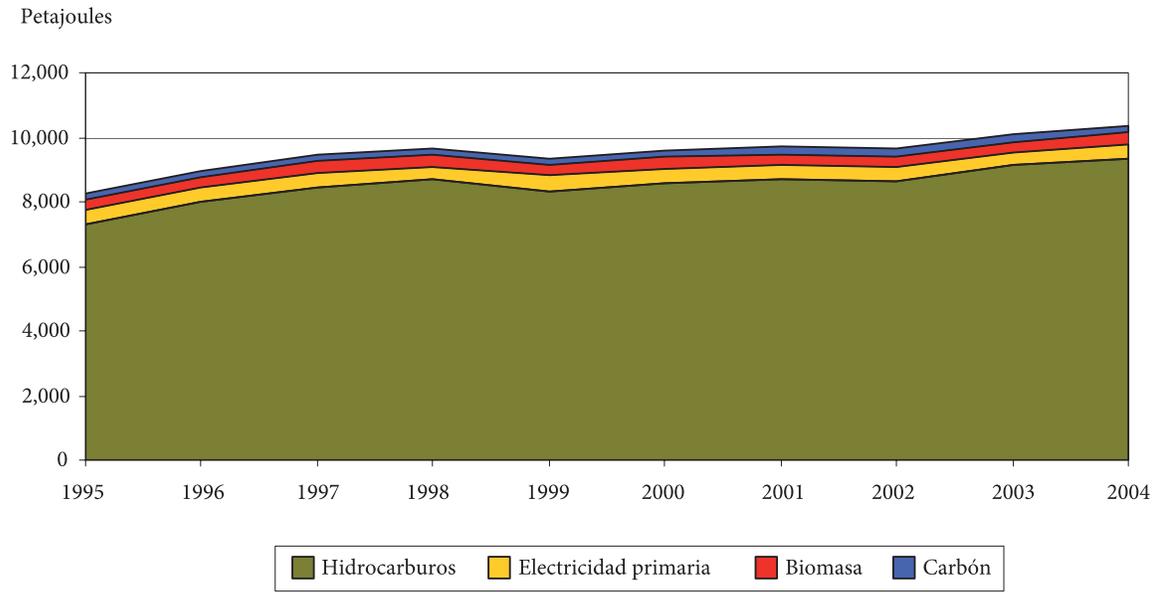
Para el mismo año, las fuentes no públicas produjeron 3.2 PJ de energías renovables (solar y eólica), reflejando un crecimiento del 10.9% con relación a 2003. Entre 2002 y 2003 ambos tipos de energía renovable crecieron a una tasa anual de 15.1% y 4.2%, (SENER, 2005).

Como se observa en la Figura I.13, la intensidad energética, que indica la cantidad de energía que se requiere para producir un peso de PIB calculado a precios de 1993, fue de 3,986.5 kilojoules (kJ) en 2004, y resultó 0.9% superior al registrado en 2003 (SENER, 2005). Para los años 2002 y 2001 fue de 3,894.4 y 4,003.7 kJ, respectivamente (SENER, 2002 y SENER 2003). A pesar de que la intensidad energética promedio nacional aumentó en 2004, la tasa media de crecimiento anual de 1995 a 2004 fue de -1.3%, manteniendo su tendencia a la baja. El incremento de este indicador se explica por el mayor consumo final observado en 2004 respecto a 2003, el cual creció 8.5% en 2004, cifra superior al crecimiento observado en el PIB. Por otro lado, el consumo del sector energético, incluyendo autoconsumo, consumo por transformación, pérdidas por distribución e insumos y traspasos, disminuyó 6.1% de 2003 a 2004.

Consumo final

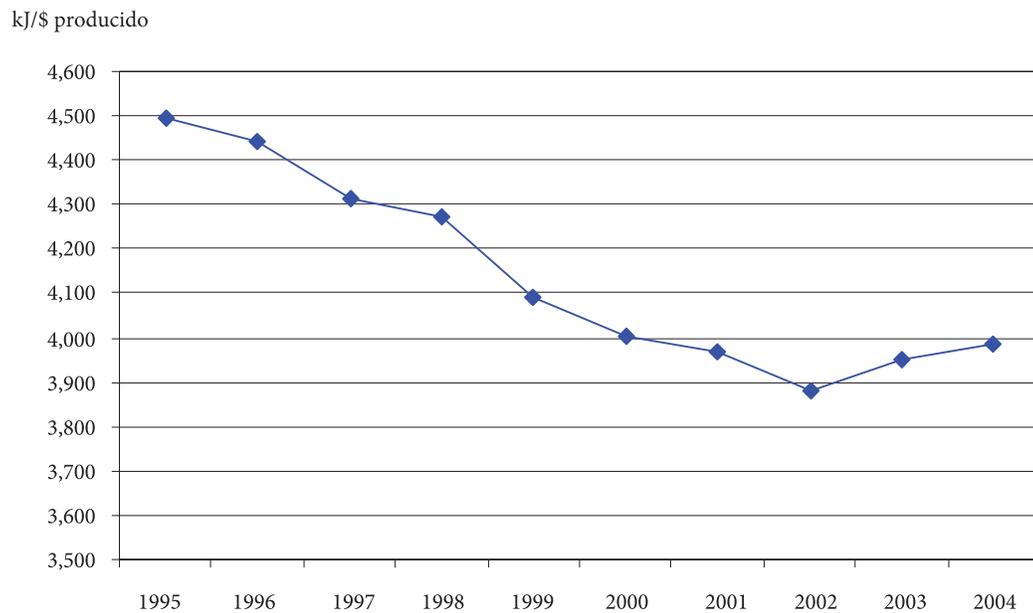
El consumo nacional de energía por habitante en el año 2004 fue de 64.8 millones de kJ, cifra 3.7% su-

FIGURA I.12 PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA EN MÉXICO, 1995-2004.



Fuente: SENER, 2005.

FIGURA I.13 EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD ENERGÉTICA, 1995-2004.



Fuente: SENER, 2005.

perior a los 62.5 millones de kJ del 2003. Lo anterior equivale a que cada habitante del país consumiera menos de 11 barriles de petróleo crudo al año o mantuviera encendidos durante todo un año 20 focos de 100 watts cada uno o consumiera poco más de 43 tanques con 50 litros de gasolina (SENER, 2005). Para el 2002 este parámetro se ubicó en 61.5 millones de kJ, 5.7% menos que en el 2000 (SENER, 2003).

En 2004, el consumo nacional de energía fue de 6,816 PJ —5.3% más con respecto al 2003— el 35.1% se destinó al propio sector energético y 64.5% al consumo final total. En 2003 estas participaciones fueron de 37.0 y 63.0%, respectivamente. En el 2002 decreció 2.5% respecto al 2000 y alcanzó la cifra de 6,276.3 PJ, de los cuales el 38% se destinó al propio sector energético y 62% al consumo final. Esta disminución se asoció tanto al menor nivel de actividad económica como a la mayor intensidad en el uso de la energía observados.

En el 2004, el sector transporte tuvo una participación del 46.2% en el consumo final energético y el sector industrial representó el 29.9%. Por su parte, el agregado formado por los subsectores residencial, comercial y público registró una participación del 21.1%

y el sector agropecuario contribuyó con el 2.9% (Figura 1.14).

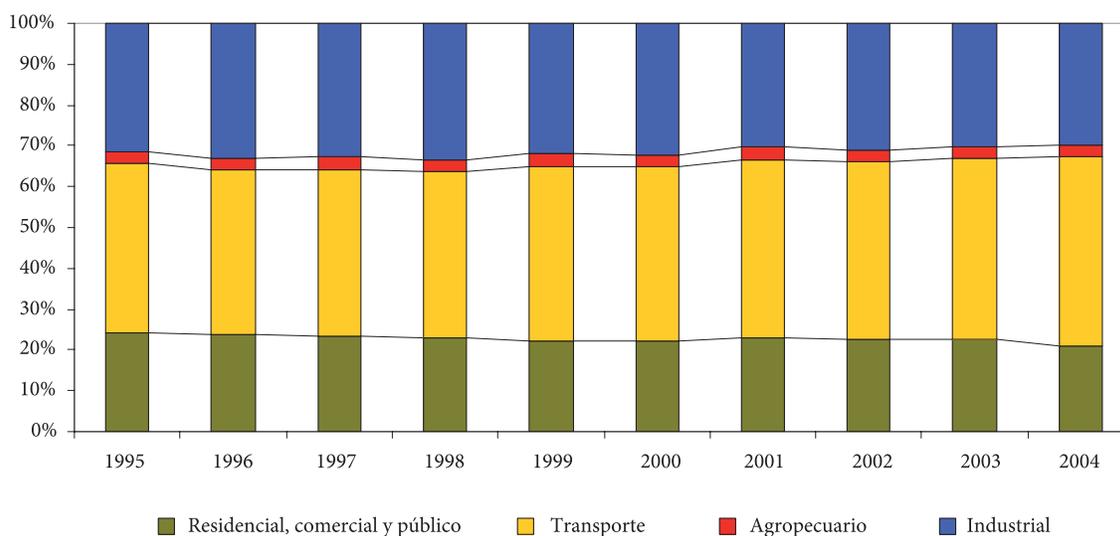
Resalta el crecimiento de 13.5% del consumo en el sector transporte, debido principalmente al consumo de gasolinas y diesel en el subsector autotransporte. Por su parte, el sector industrial creció 8.4% como consecuencia de los mayores consumos observados en los subsectores siderurgia, química, azúcar, cemento y minería. Los sectores agropecuario, residencial, comercial y público disminuyeron su participación en el total del consumo final energético.

Petróleo

México ocupó el catorceavo lugar mundial en reservas probadas de petróleo crudo en 2006, el sexto lugar mundial entre los países productores de petróleo crudo en 2005, mientras que entre las principales empresas petroleras, Petróleos Mexicanos (PEMEX) ocupó el tercer lugar a nivel mundial en 2004. En cuanto a ventas totales de productos petroleros, PEMEX ocupó el séptimo lugar mundial (PEMEX, 2006).

El petróleo es un hidrocarburo determinante para la producción de bienes, el traslado de mercancías y

FIGURA 1.14 EVOLUCIÓN DEL CONSUMO FINAL TOTAL DE ENERGÍA Y DISTRIBUCIÓN POR SECTORES, 1995-2004.



Fuente: SENER, 2005.

personas y para el crecimiento de la economía del país. En 2005, la producción de petróleo crudo ascendió a 3.3 millones de barriles diarios, lo que representó un incremento de 10% respecto al año 2000. Asimismo, la producción de gasolina aumentó 19% y de diesel 22.3%, en comparación con los volúmenes que se tenían en el año 2000. Respecto a la producción de gas natural, en 2005 se logró un volumen de 4,800 millones de pies cúbicos diarios, 2.1% superior al de 2000. La capacidad de refinación de 1.5 millones de barriles diarios se mantuvo estable en el periodo 2000-2005 (Presidencia, 2006d).

La industria petrolera nacional es la primer fuente de divisas del país, al haber obtenido \$86,163 millones de dólares por ventas totales en 2005. En el periodo de 2000-2006, las exportaciones de PEMEX crecieron 70.4%. Las importaciones de petrolíferos ascendieron a \$9,702 millones de dólares en 2005 y una tercera parte en volumen, fueron importaciones de gasolinas, como consecuencia del crecimiento de la demanda nacional (Presidencia, 2006b y 2006d).

Electricidad

La capacidad instalada efectiva de generación de energía eléctrica fue de 40,504 MW en el año 2000 y 56,238 en 2006, lo que significó un crecimiento total de 38.8% en el periodo. La CFE y LyFC, contribuyen con más del 80% de la capacidad, sin embargo, la aportación de los permisionarios —con excepción de los productores independientes que se consideran dentro de la CFE— continúa en aumento (Presidencia, 2006d). La CFE es la empresa que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 22.5 millones de clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos (80% de la población nacional) (CFE, 2006).

La generación de electricidad a través de la CFE, se incrementó en 10,850 MW con la entrada en operación de 30 nuevas centrales eléctricas. También se construye la hidroeléctrica El Cajón en el estado de Nayarit, que tendrá una capacidad instalada de 750 MW, lo que equivale a encender 7.5 millones de focos y permitirá el ahorro anual de 2 millones de barriles de combustóleo (CFE, 2006). Esta obra, que se espera

esté concluida en 2007, junto con las centrales generadoras que entraron en operación y las nueve que se encuentran en construcción, contribuirán a garantizar la capacidad eléctrica para los próximos 10 años (Presidencia, 2006b).

Con base en estimaciones programadas para finales de 2006, la infraestructura de la energía eléctrica estaría constituida por 734,394 km de red —14.05% superior a 2000— y conformada por 6.55% de líneas de transmisión, 6.78% de subtransmisión y 86.67 por distribución.

Prospectiva de petrolíferos 2005-2014

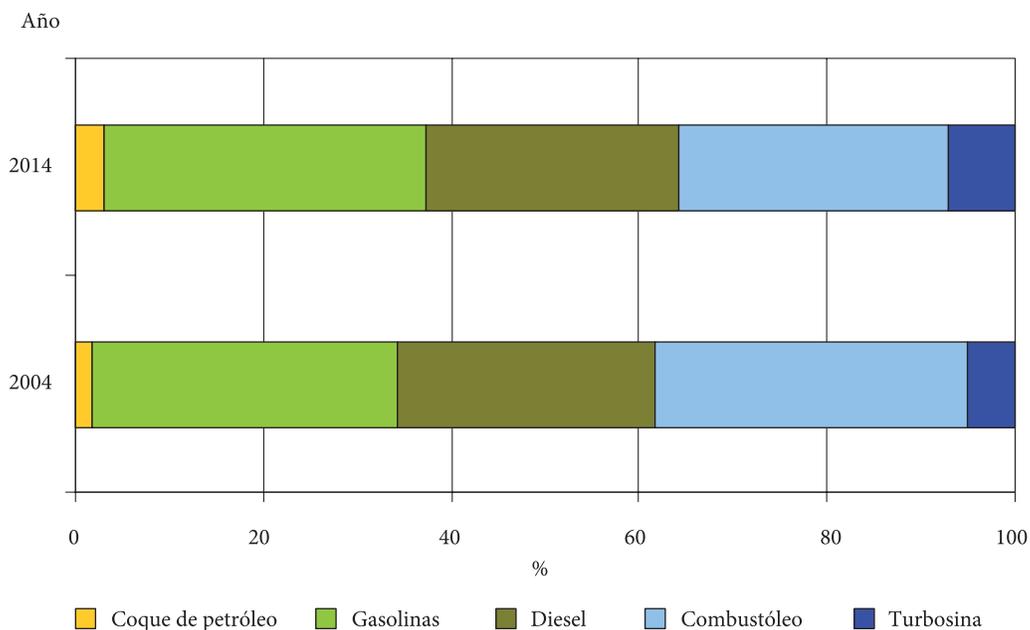
De acuerdo con la estimación de la demanda nacional de petrolíferos para el periodo de 2005 a 2014, la SENER pronostica que al final de ese periodo se presente un incremento del 20% con respecto al año de inicio, 2005. Este porcentaje representa 271.6 miles de barriles diarios de petróleo crudo equivalente (mbdpce). Los principales combustibles en la participación de la demanda nacional serán las gasolinas, el combustóleo y el diesel, y en menor medida se encontrarán la turbosina y el coque de petróleo (Figura I.15) (SENER, 2006).

Los sectores que tendrán mayor participación promedio en la demanda interna de petrolíferos para el periodo, serán el transporte y el eléctrico, mientras que las del sector industrial y petrolero serán menores. No obstante, al final del periodo, el sector eléctrico e industrial disminuirán su contribución en la demanda interna, en tanto que la de los sectores transporte y petrolero, aumentará.

El procesamiento de crudo crecerá en un 34.5%, lo que equivale a 431.7 mbd durante el periodo. En este sentido, la producción de petrolíferos proyectada para finales del 2014 será de 1,518.9 mbdpce, 27.8% más que en 2004.

Pese a los Programas de Reconfiguración del Sistema Nacional de Refinación puestos en marcha para aumentar la capacidad de proceso de crudo pesado, la oferta de petrolíferos para los próximos 10 años seguirá siendo insuficiente para cubrir la demanda de combustibles y principalmente la demanda de gaso-

FIGURA I.15 PARTICIPACIÓN POR PETROLÍFERO EN LA PRODUCCIÓN NACIONAL, 2004 Y 2014.



Fuente: SENER, 2006.

linas. Al final del periodo, la demanda interna se ubicará en 1,652.8 mbdpce, mientras que la producción alcanzará un nivel de 1,518.9 mbdpce, lo que significa que para 2014, la producción interna logrará satisfacer el 90.3% de la demanda interna.

No obstante, a partir del 2008 se observará una disminución paulatina en el volumen de importaciones, que alcanzará 163.9 mbdpce en 2014. Los combustibles de mayor importación para finales del periodo serán las gasolinas con 74.6 mbdpce y el combustóleo con 82.7 mbdpce.

Transporte

El sector del transporte, almacenaje y comunicaciones aportó el 10.3% del PIB nacional total en 2000 y 12.2% en 2005. El PIB sectorial creció 7.1% anual durante 2005. Al primer semestre de 2006, la tasa de crecimiento aumentó a 9% en comparación con el mismo periodo del año anterior. Este avance fue resultado del mayor movimiento de mercancías importadas y exportadas, a la afluencia de pasajeros transportados

por vía terrestre y aérea, y a las inversiones pública y privada para la ampliación y modernización de la infraestructura carretera, ferroviaria, aérea y marítimo-portuaria, así como para la expansión de la red de comunicaciones (Presidencia, 2006d).

El sector presentó la mayor participación (46.2%) en el consumo de energía en 2004 (SENER, 2005).

La infraestructura del sector en 2005, estuvo compuesta por 355,796 kilómetros (km) de red carretera, 26,662 km de vías férreas electrificadas y no electrificadas, 1,485 aeropuertos nacionales, internacionales y aeródromos y 96 puertos marítimos.

El 55% de la carga que se moviliza en el país se realiza por carretera, 34% vía marítima, 10% ferroviaria y 0.1% aérea. De 2000 a 2006, el transporte ferroviario aumentó su participación en detrimento del carretero.

En 2000, el autotransporte público federal transportó 2,660 millones de personas y 2,950 millones en 2006. Para los mismo años, por transporte aéreo 33.9 y 42.2 millones de personas, respectivamente; transporte ferroviario 0.33 y 0.26 millones de personas, respectivamente.

El parque vehicular registrado fue de 16.5 y 22.2 millones de unidades en 2000 y 2005. Los automóviles constituyeron el mayor porcentaje y se concentraron principalmente en las ciudades grandes y medianas. La tasa de crecimiento de este tipo de transporte fue de 6.4% en el periodo de 1990-2000, por lo que para el último año del periodo, se contabilizaron 189 vehículos por cada mil habitantes (Moreira, 2005). En la Figura I.16 se observa la evolución de los vehículos registrados por tipo.

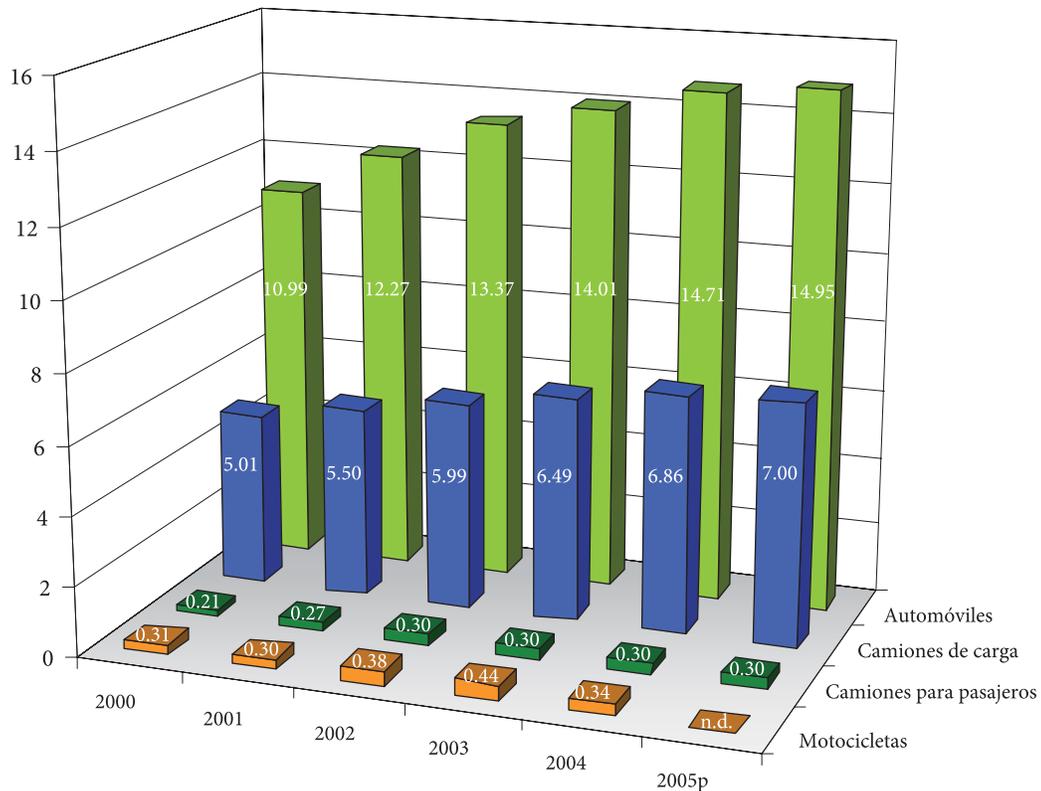
Industria

El sector industrial está compuesto por los subsectores de la minería, las manufacturas, la construcción y

la generación de electricidad, gas y agua, que en conjunto aportaron 28.8% y 26.8% del PIB nacional en 2000 y 2005, respectivamente (Presidencia, 2006d). La producción manufacturera y la construcción contribuyen con el mayor porcentaje del PIB sectorial y constituyen las actividades industriales más sensibles a las fluctuaciones de la demanda externa

El PIB del sector industrial creció 6.1% en 2000 y 1.6% en 2005. El comportamiento del sector durante 2005 se constituyó como la principal causa de la desaceleración del crecimiento de la economía de México. Sus cuatro subsectores disminuyeron su ritmo de crecimiento, en particular los dos principales: manufacturas y construcción. En el resultado de manufacturas influyeron varios factores, entre los que

FIGURA I.16 NÚMERO DE VEHÍCULOS DE MOTOR REGISTRADOS EN CIRCULACIÓN, 2000-2005.



^{n.d.}No disponible

^p Preliminar

Fuente: Presidencia, 2006d.

destacan: un menor dinamismo en la mayor parte del año de la producción manufacturera en EUA, principal demandante; bajos niveles de competitividad en varias ramas productivas, en un entorno de creciente oferta por parte de otros países, principalmente China, y el retraso en la aparición de nuevos modelos en la industria automotriz. En construcción, el menor avance anual se debió a la pérdida de vigor en edificación de viviendas y de espacios para oficinas, lo cual respondió a una sobreoferta en algunas regiones del país (Banamex, 2006).

La producción industrial en los primeros seis meses de 2006 aceleró su tasa de crecimiento a un ritmo anual de 5.4 por ciento. La mayor oferta de financiamiento para la vivienda, así como el desarrollo de proyectos de infraestructura en vías de transporte y comunicación, fueron elementos cruciales para impulsar la construcción, que registró un aumento de 6.6 por ciento anual, la expansión más elevada desde 1997 para un periodo similar. La industria manufacturera presentó un crecimiento anual de 5.4 por ciento; destaca la mayor producción de vehículos automotores, carrocerías, motores, partes y accesorios para vehículos automotores; productos a base de minerales no metálicos; industrias de hierro y acero; cerveza y malta, y equipos y aparatos electrónicos. El incremento en la actividad industrial propició mayor consumo de energéticos de las grandes empresas, lo que, aunado a la mayor demanda de energía en el sector residencial, propició un crecimiento anual de 4.1% en la generación de electricidad, gas y agua (Presidencia, 2006a).

Turismo

El turismo se ha consolidado como una importante fuente de captación de ingresos, que involucra a los demás sectores productivos, a los tres niveles de gobierno y a los diferentes niveles socioeconómicos de la población. El turismo aportó 8.4% y 7.7% del PIB nacional de 2000 y 2005. A través de este sector, México captó \$8.3 y \$11.8 miles de millones de dólares en 2000 y 2005. El personal que se empleó en el sector turismo fue de 1.75 y 1.76 millones de personas para los mismos años (Presidencia, 2006d).

México ocupó la séptima posición mundial en captación de turistas en 2005, manteniéndose en los últimos dos años como el país más visitado del continente americano, después de EUA. En el mismo año, obtuvo el catorceavo lugar a nivel mundial en captación de divisas, superado solamente por Canadá y EUA en el continente americano (Presidencia, 2006b).

Durante 2005, los resultados de la actividad turística, tanto en captación de divisas como en llegadas de visitantes internacionales fueron positivos, a pesar del impacto provocado en el mes de octubre por los huracanes Stan en Chiapas y muy especialmente por Wilma en las costas de Quintana Roo, los cuales dañaron la infraestructura turística del sureste mexicano, de manera particular en el segundo estado mencionado, que se vio afectado en el 90% de su infraestructura hotelera y de servicios (Presidencia, 2006a).

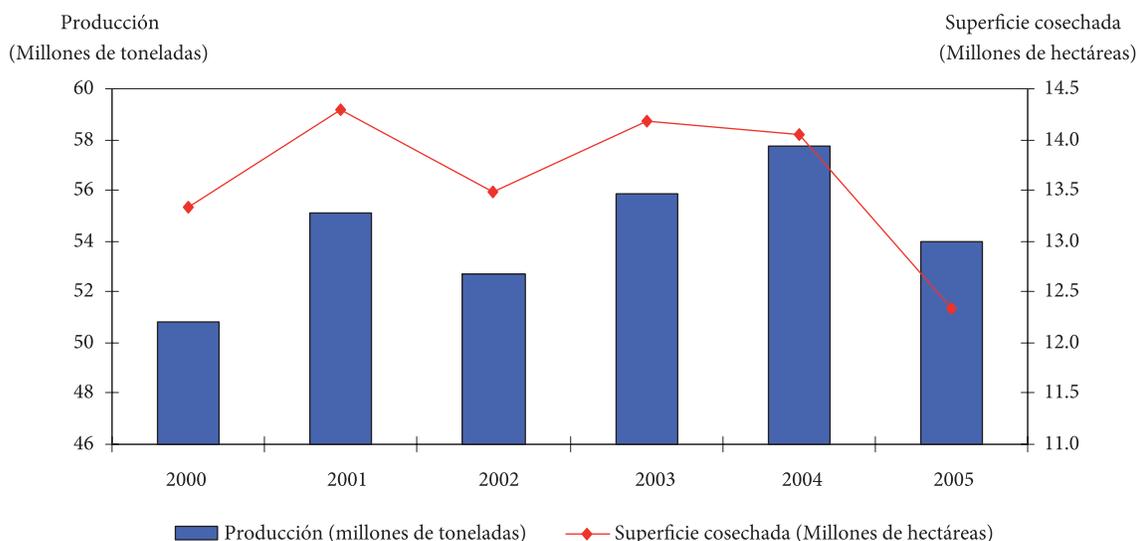
Agricultura

El sector agropecuario aportó 4.1% del PIB total nacional en 2000 y 3.4% en 2005 (Presidencia, 2006d). El 63.0% del PIB sectorial lo aportó el subsector agricultura, 28.8% la ganadería, 5.9% la silvicultura y 2.3% la pesca.

Producción agrícola

El volumen de producción de los diez principales granos y oleaginosas fue de 29.2 millones de toneladas en 2000. En la Figura I.17 se observa que para el 2005, este indicador fue 10.5% inferior al obtenido en 2004, como resultado de una menor superficie sembrada, mayores siniestros climatológicos y errático temporal. Los decrementos más pronunciados se registraron en frijol, cártamo y cebada, ocasionados en gran medida por el exceso de lluvias y bajos rendimientos. Los cultivos que aumentaron su producción fueron soya y algodón, debido a la mayor resistencia de estos cultivos a la variabilidad climática. La producción de frutas como el plátano, también se vio afectada en 2005, al registrar un decremento de 5.5% en relación con el año previo (Presidencia, 2006a).

FIGURA I.17 PRODUCCIÓN Y SUPERFICIE COSECHADA DE LOS PRINCIPALES PRODUCTOS AGRÍCOLAS, 2000-2005.



Fuente: Elaboración propia con datos de Presidencia, 2006a.

Fertilizantes

Más del 95% de los agricultores del país está acostumbrado al uso de fertilizantes en sus actividades agrícolas. En la década de 1980, el consumo nacional alcanzaba 5 millones de toneladas y se usaba fundamentalmente nitrógeno y escasa cantidad de fósforo. En la actualidad, el consumo de fertilizantes no supera el millón de toneladas y los nitrogenados predominan en una relación de 1.6 veces con respecto a los fosfatados (Figura I.18).

Ganadería

La producción pecuaria pasó de 4.3 millones de toneladas de carne en canal de las diferentes especies en 2000 a 5.1 millones de toneladas en 2005 (Cuadro 1.8). Un hecho que resalta es que la producción de miel de abeja fue 8.4% inferior en 2005 con relación a 2004, debido al fuerte impacto de los huracanes Emily, Wilma y Katrina, los cuales provocaron pérdidas en la apicultura del sur y sureste del país, principales zonas productoras. No obstante lo anterior, se aseguró el

abasto interno y se mantuvo una importante presencia en el mercado externo.

Pesca y acuicultura

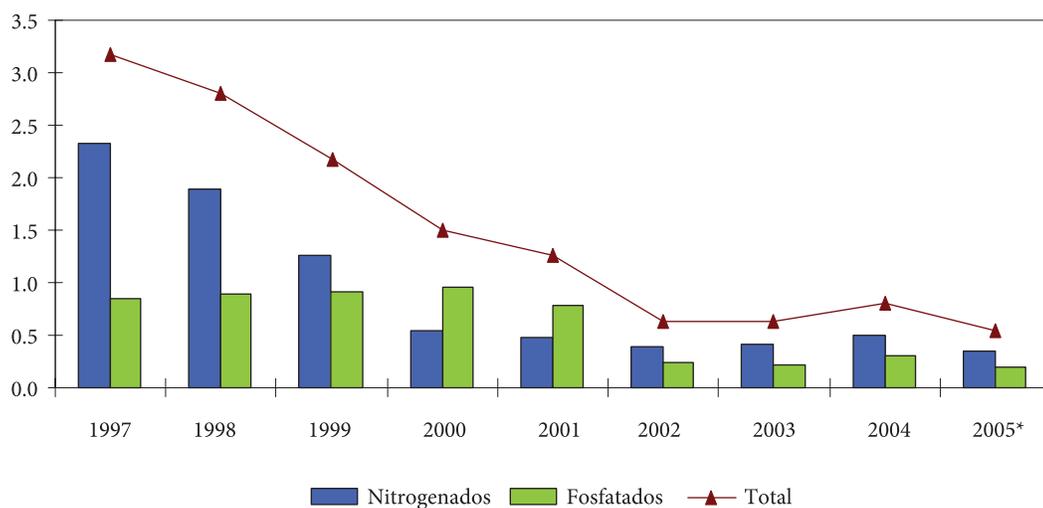
La producción nacional pesquera creció 8.2% del año 2000 a 2005. La captura aportó el 85% y la acuicultura 15%. Los productos pesqueros tuvieron su origen en el Pacífico (76.5%), Golfo y Caribe (21.2%) y de entidades sin litoral (2.3%).

Generación de desechos

La generación de residuos sólidos urbanos en México pasó de 30.73 millones de toneladas en el año 2000 a 35.38 millones de toneladas en 2005 (INEGI, 2006d y Presidencia, 2006d). La tasa per capita promedio nacional diaria fue de 0.86 kilogramos (kg) en 2000 y 0.93 kg en 2005. La tasa fue de 0.87 kg en el Centro del país; 0.92 kg en el Norte; 0.67 kg en el Sur y 0.95 kg en la Frontera Norte. La tasa más alta la tiene el Distrito Federal, donde cada persona genera 1.4 kg diarios. Como se presenta en la Figura I.19, la mayor

FIGURA I.18 VOLUMEN DE PRODUCCIÓN DE FERTILIZANTES POR TIPO, 1997-2005.

Millones de toneladas



* Enero a agosto.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI, 2005b.

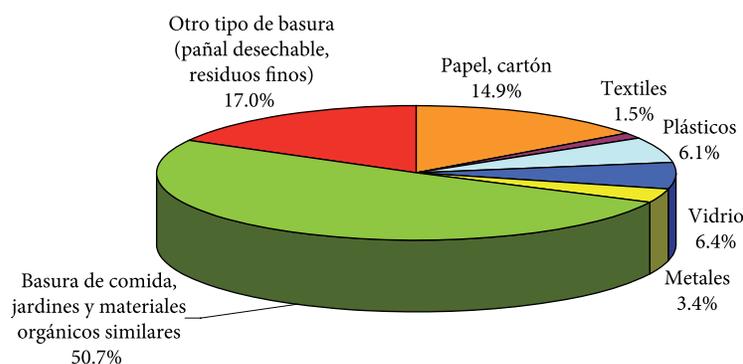
CUADRO I.8 PRODUCCIÓN NACIONAL DE LOS SUBSECTORES PECUARIO, PESCA Y ACUACULTURA, 2000-2005 (MILES DE TONELADAS).

CONCEPTO	2000	2001	2002	2003	2004	2005 ^p	VARIACIÓN % EN RELACIÓN CON	
							2000	2004
Carnes	4,359.4	4,529.8	4,720.9	4,804.4	4,998.6	5,104.3	17.1	2.1
Bovino	1,408.6	1,444.6	1,467.6	1,503.8	1,543.7	1,559.1	10.7	1
Porcino	1,030.0	1,057.8	1,070.2	1,035.3	1,064.4	1,087.8	5.6	2.2
Caprino	38.8	38.8	42.2	42.2	42.0	42.5	9.5	1.2
Ovino	33.4	36.2	38.2	42.2	44.3	45.4	35.9	2.5
Aves	1,848.7	1,952.3	2,102.7	2,181.0	2,304.2	2,369.4	28.2	2.8
Leche								
(Millones de litros)	9,442.6	9,612.2	9,804.8	9,936.2	10,025.3	10,015.8	6.1	-0.1
Bovino	9,311.1	9,472.3	9,658.3	9,784.4	9,864.3	9,854.8	5.8	-0.1
Caprino	131.2	139.9	146.5	151.8	161.0	161.0	22.7	0
Huevo para plato	1,787.9	1,892.1	1,900.6	1,872.5	2,001.6	2,065.1	15.5	3.2
Miel de abeja	58.9	59.1	58.9	57.0	56.9	52.1	-11.5	-8.4
Producción								
pesquera nacional	1,402,938.0	1,520,938.0	1,554,452.0	1,564,966.0	1,515,432.0	1,518,644.0	8.2	0.2
Captura	1,214,780.0	1,324,215.0	1,366,967.0	1,357,190.0	1,295,073.0	1,310,263.0	7.9	1.2
Acuicultura	188,158.0	196,723.0	187,485.0	207,776.0	220,359.0	208,381.0	10.8	-5.4

^p Preliminar.

Fuente: Presidencia, 2006a.

FIGURA I.19 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR TIPO DE BASURA EN 2005.



Fuente: Elaboración propia con base a Presidencia, 2006d.

parte de los residuos sólidos urbanos está compuesta por restos de comida, jardines y materiales orgánicos similares, ya que se generaron 17.44 millones de toneladas en 2004, seguidos por los desechos de papel con 5.5 millones de toneladas.

En 2000, se dispusieron 47.1% de los residuos sólidos en rellenos sanitarios, 7.9% en rellenos de tierra controlados, 42.6% en tiraderos a cielo abierto y 2.4% se recicló. Estos porcentajes pasaron a 54.3%, 10.4%, 32.0%, 3.3%, respectivamente, en 2005.

Educación

En el ciclo escolar 2006-2007, el Sistema Educativo Nacional (SEN) estaba conformado por 242,000 escuelas, de las cuales 36.3% eran de preescolar, 42.2% de primaria, 13.8% de secundaria, 0.7% profesional técnico, 4.9% de bachillerato, 0.2% de normal licenciatura, 1.4% de licenciatura universitaria y tecnológica y 0.6% de postgrado (INEGI, 2006e y Presidencia, 2006d).

El porcentaje del PIB nacional que se gastó en educación fue de 6.42% en 2000 y con base a cifras estimadas, de 7.07% para 2006 (Presidencia, 2006d).

Entre los ciclos escolares 2000-2001 y 2006-2007, el promedio de años de escolaridad cursados por la población mayor de 15 años aumentó de 7.6 a 8.3 años. El índice de analfabetismo disminuyó de 9.2% a 7.7%

del total de la población en el periodo de 2000-2006.

En el 2000, asistieron a los diferentes planteles del SEN —en su modalidad escolarizada— 29.6 millones de niños y jóvenes; y 32.7 millones en 2006, lo que representó un incremento de 3.1 millones de alumnos.

La educación básica tenía una cobertura entre niños de 4 y 15 años de edad, de 87.1% en el año 2000 y llegó a 94.9% en 2005. En el ciclo escolar 2006-2007, el 18.4% de la educación básica se ubicó en preescolar, 57.4% en primaria y 24.7% en secundaria. A partir del ciclo 2005-2006, la educación preescolar es obligatoria para los niños de cuatro años y se pretende que en el ciclo 2008-2009 lo sea para los niños de tres años. Las eficiencias terminales en el SEN han mejorado, ya que para el 2000 se tenía un 86.3% para educación básica, 74.9% secundaria y 59.3% bachillerato. Para 2006, estos porcentajes fueron 91.8%, 79.2% y 60.5%, respectivamente.

En 2006, el Programa Oportunidades proporcionó 5,500 becas, 87.92% se destinó a la educación básica y el resto a la media superior. Además, se otorgaron 786 becas provenientes de fondos de instituciones nacionales educativas. Lo anterior ha ayudado a abatir el abandono de los estudios.

Para mejorar la cobertura y la calidad de la educación que se imparte en las escuelas públicas de educación primaria del país, se instrumentó el Programa Enciclomedia durante el ciclo escolar 2004-2005. El

programa consiste en la introducción de pizarrones electrónicos, digitalización de los contenidos vinculados a los libros de texto gratuitos, así como el acceso a Internet, y se ha beneficiado a 700,000 alumnos. Para cuando termine el año 2006, se espera que en las 165,000 aulas de clase de quinto y sexto grado de primarias públicas, tengan el Programa Enciclomedia (Presidencia, 2006b). Además, se ha incrementado el número de usuarios de Internet en nuestro país, hasta alcanzar una cifra de más de 15 millones (Presidencia, 2006a). A este logro ha ayudado, de manera contundente, la creación de los Centros Comunitarios Digitales (CCD) —de la Red de Conectividad Digital Satelital e-México—. Alrededor de 80% de los CCD e-México dan servicio al sector educativo. Cada mes, en estas 7,500 instalaciones, más de 5 millones de mexicanos tienen acceso a Internet, donde pueden consultar información nacional e internacional.

Investigadores

Con base en cifras estimadas para el 2006, México cuenta con 41,779 investigadores en universidades públicas y privadas, centros de investigación y el sector privado. Esta cifra es superior en 88% con relación al año 2000. Conforme a lo anterior, actualmente el país tiene 0.90 investigadores por cada 1000 individuos de la PEA.

La inversión en investigación y desarrollo experimental como porcentaje del PIB fue de 0.37% en 2000 y 0.46% en 2006. Los Fondos Sectoriales, que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) suscribe con las dependencias del Gobierno Federal que invierten en ciencia y tecnología, aumentaron de 6 a 18 en el periodo de 2001-2006. En tanto que los Fondos Mixtos, que acuerda el CONACYT con los gobiernos de los estados, fueron de 19 en 2001 y 32 en 2006, respectivamente (Presidencia, 2006d).

Como resultado de la evaluación 2006, se prevé que el Sistema Nacional de Investigadores (SNI), que coordina el CONACYT, cuenta con 12,500 científicos y técnicos de reconocido prestigio nacional e internacional, lo cual representa un crecimiento de 67.4% en el periodo 2000-2006. Se estima que los recursos in-

vertidos al SNI en 2006, que representarán el 25.7% del presupuesto del CONACYT, lleguen a \$1,534 millones de pesos, superiores en 8.8 por ciento real a los del ejercicio anterior.

Medio Ambiente

La información sobre los costos por el agotamiento de los recursos naturales y la degradación del medio ambiente, está contenida en el Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004 (INEGI, 2006f). En el Cuadro I.9 se presentan los balances físicos de los recursos naturales —tanto los montos como las tasas del deterioro ambiental medido en unidades físicas— para el periodo, abarcando tanto los aspectos del agotamiento como los de la degradación.

Se observa que los activos forestales registraron una disminución media anual de 0.4%, que fue resultado de la pérdida promedio anual de alrededor de 260,000 ha de bosques de coníferas y latifoliadas, provocada tanto por las actividades silvícolas sin manejo sustentable de los bosques como por la tala clandestina e incendios.

En el caso de la atmósfera, se estimaron las emisiones primarias de contaminantes con una tasa de crecimiento aproximada del 2.1% anual, mientras que el estudio de la erosión mostró una pérdida del recurso suelo con una tasa promedio anual del 0.8%. Se observó un aumento en la contaminación por residuos sólidos municipales de 2.3% anual, lo que resulta de la generación per capita de basura cercana a los 357 kilogramos anuales en promedio.

Por otra parte, el estudio del flujo de agua registró descargas residuales a los principales cuerpos de agua del país, como lagos, lagunas, estuarios y ríos, a una tasa de crecimiento media anual del 1.6%, entre el inicio y el final del periodo de estudio. Esta situación se ve agravada por el bajo volumen de tratamiento de las aguas residuales generadas (alrededor del 26%), aunado a la precaria calidad con que cuenta el recurso, que se ubica entre las más bajas en el mundo, según el indicador de calidad del agua desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambien-

CUADRO I.9 BALANCES FÍSICOS DE LOS RECURSOS NATURALES, 1999-2004.

RECURSOS	UNIDADES DE MEDIDA	1999	2004	TMCA*	OBSERVACIONES
Forestal (Bosques)	millones de m ³ de madera rollo	4,831.00	4,735.00	-0.40	Balance Apertura+/- Cambios-Balance de Cierre
Petróleo (Reservas totales)	millones de barriles	58,204.00	46,914.00	-4.22	<i>Idem</i>
Agua (Sobreexplotación)	millones de m ³	5,776.00	6,455.00	2.25	<i>Idem</i>
Contaminación del aire por emisiones primarias	miles de toneladas	46,352.00	51,387.00	2.06	Flujo de Emisiones Contaminantes
Contaminación del suelo por residuos sólidos municipales	miles de toneladas	33,415.00	37,466.00	2.32	<i>Idem</i>
Contaminación del agua (Descargas de agua residual)	millones de m ³	20,159.00	21,785.00	1.56	<i>Idem</i>
Erosión de suelo (Pérdidas de nutrientes)	miles de toneladas	689,599.00	716,766.00	0.83	Flujo

* TMCA = Tasa Media de Crecimiento Anual.

Fuente: INEGI, 2006f.

te y que coloca a México por debajo de países como Costa Rica, Brasil o Argentina.

Asimismo, y de persistir las condiciones actuales, cuando menos la mitad del monto registrado para el PIB del país en 2004, tendría que ser utilizado para resarcir al medio ambiente por el daño que durante los seis años del periodo de estudio se generó por la sociedad en su conjunto. Es importante observar, para este mismo año, que mientras los Costos Totales por

el Agotamiento y Degradación Ambiental (CTADA) representan un monto de 712,344 millones de pesos corrientes (9.2% del PIB), los gastos de protección ambiental ascendieron a 45,574 millones de pesos, representando el 0.6% del PIB o el 6.4% de los CTADA, lo que indica que la inversión necesaria restante de este año para mantener el entorno ecológico, debería ser de alrededor de 14.6 veces más de la que ahora se registra (INEGI, 2006f).

II. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Introducción

El presente Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI) comprende las estimaciones de las emisiones por fuente y sumidero para el periodo 1990-2002. Se realiza conforme a lo establecido en los artículos 4 y 12 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) y las Directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC, adoptadas en la decisión 17/CP.8, que señalan que las Partes no-Anexo I deben incluir información de un inventario nacional de las emisiones antropogénicas por las fuentes y la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal, en la medida que lo

permitan sus posibilidades, utilizando para su preparación las metodologías comparables que promueva y apruebe la Conferencia de las Partes.¹

Los cálculos de emisiones de GEI aquí informados, se realizaron para las seis categorías de emisión definidas por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC): Energía [1], Procesos Industriales [2], Solventes [3], Agricultura [4] y Desechos [6]. A la fecha de publicación del documento, sólo se tienen estimaciones preliminares de promedios anuales para el periodo de 1993 al 2002 de las emisiones de la categoría Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUSS) [5], por lo que sus cifras sólo se consideran en la sección del Panorama General de este capítulo; las emisiones de USCUSS no se incluyen en los análisis de tendencias y comparación con otras categorías de emisión.

¹ UNFCCC. (2004). "Informando sobre cambio climático. Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC". Climate Change Secretariat, Alemania. Pág. 1.

Además, el INEGEI 1990-2002 informa sobre los seis GEI incluidos en el Anexo A del Protocolo de Kioto, bióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nítrico (N₂O), halocarbonos (HFC, PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆). En esta actualización se estiman por primera vez las emisiones de los gases fluorados (halocarbonos y hexafluoruro de azufre) de la categoría de emisión de Procesos Industriales y las emisiones de la categoría de Solventes, por lo que se convierte en el Inventario más completo preparado por México a la fecha.

Las emisiones de GEI de 1990 a 1998, que fueron informadas en la Primera y Segunda Comunicación Nacional ante la CMNUCC, se calcularon nuevamente en el presente inventario considerando información actualizada y aplicando factores de emisión más adecuados a la situación nacional. Las cifras del INEGEI 1990-2002 vienen entonces a sustituir los valores calculados previamente.

La estimación de las emisiones y la posterior integración de los informes de cada categoría de emisión fue posible gracias a la comprometida labor de especialistas del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO-UNAM); Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET); Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR); Colegio de Postgraduados (COLPOS); Instituto de Ingeniería (UNAM); Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE); Instituto Mexicano del Petróleo (IMP); Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) e Instituto Nacional de Ecología (INE).

Arreglos Institucionales

Una de las recomendaciones de la CMNUCC en la preparación de inventarios nacionales de emisiones de GEI, es describir los procedimientos y arreglos establecidos para recolectar y archivar la información del inventario, así como para asegurar que la preparación del inventario sea un proceso continuo. En este sentido, se sugiere incluir información sobre las instituciones participantes en el proceso y el rol asumido por cada una de ellas.

En respuesta a las sugerencias de la CMNUCC, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la Coordinación del Programa de Cambio Climático del Instituto Nacional de Ecología, estableció ciertos arreglos institucionales hacia el interior y con otras Secretarías de Estado e instituciones públicas y privadas para el desarrollo del INEGEI 1990-2002.

Con base en la experiencia en la realización de los inventarios anteriores, el INE invitó 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 participar en la preparación del INEGEI 1990-2002. Los expertos asumieron los roles descritos en la Figura II.1; de esta manera, la Coordinación del Programa de Cambio Climático logró una estructura que pudiera cubrir los diferentes aspectos propios del desarrollo del INEGEI.

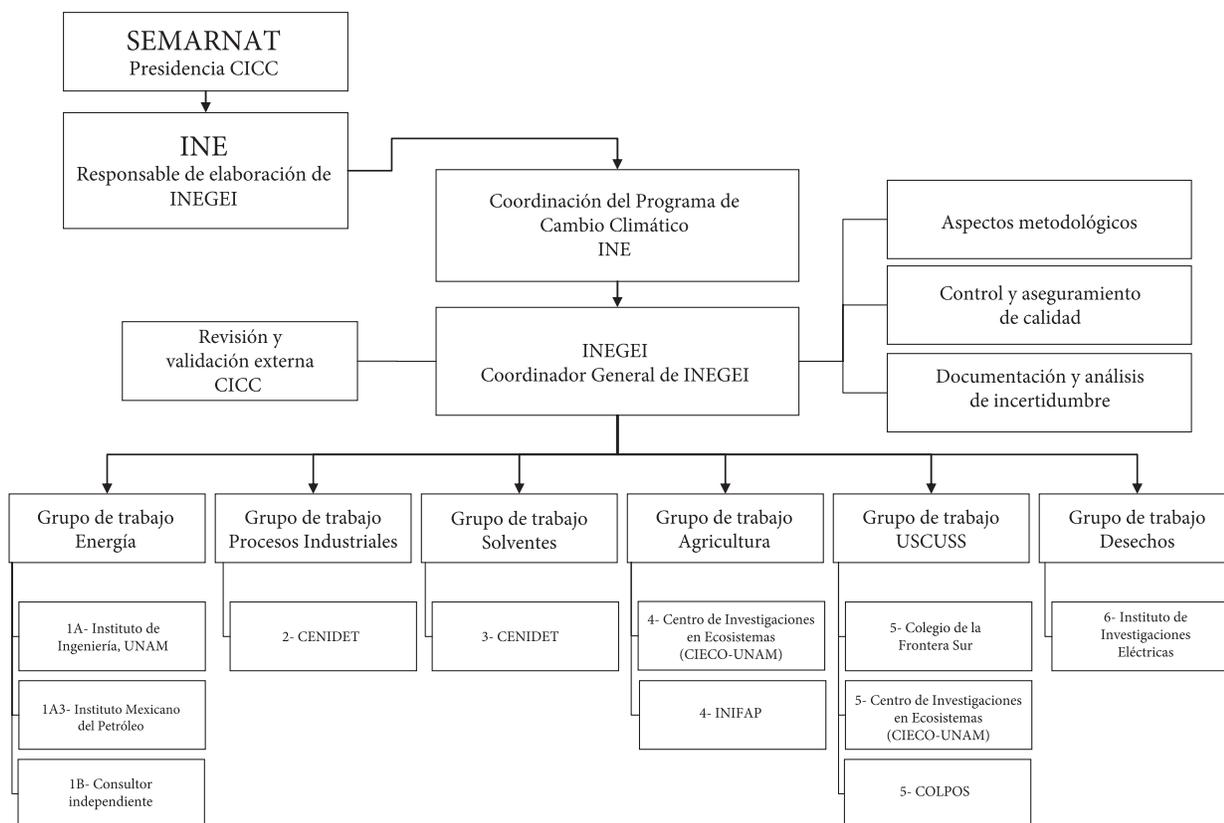
Asimismo, la colaboración recibida por las instituciones y organizaciones, mostradas en el Cuadro II.1 facilitó la recolección de datos, la revisión y validación externa del INEGEI 1990-2002.

Descripción del proceso de preparación del inventario

La preparación del INEGEI 1990-2002, se realizó en cinco fases: 1) inicio, 2) desarrollo, 3) compilación, 4) generación de informe y 5) revisión y publicación.

1. *Inicio:* En esta fase se convocó a una reunión a los coordinadores y expertos del inventario para discutir las metodologías y buenas prácticas a seguir en la preparación del Inventario. Se presentó un programa de trabajo donde se establecieron las fechas de cada fase; se distribuyeron las versiones electrónicas de las hojas de cálculo y las guías metodológicas a seguir; se definieron los objetivos y los parámetros de calidad a cumplir en el INEGEI; y se discutieron las recomendaciones recibidas por expertos externos respecto al último inventario realizado por México. Mediante un cuestionario aplicado a los expertos, se detectaron las necesidades de informa-

FIGURA II.1 ESTRUCTURA DE LOS ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA LA ELABORACIÓN DEL INEGEI 1990-2002.



CUADRO II.1 ARREGLOS INSTITUCIONALES PARA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

INSTITUCIONES	CATEGORÍAS DE EMISIÓN
Secretaría de Energía (SENER) Petróleos Mexicanos (PEMEX)	Energía [1]
Secretaría de Economía (SE) Consejo de Recursos Minerales Arkema Quimobásicos DUPONT Comisión Federal de Electricidad (CFE)	Procesos Industriales [2]
Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática (INEGI)	USCUSS [5]
Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)	Residuos [6]

ción para cada sector. El INE tomó como base dicha información para solicitar datos de actividad a entidades relevantes. Finalmente, de manera conjunta entre los expertos del grupo de trabajo y los coordinadores del inventario, se revisaron las metodologías a emplear en la estimación de las emisiones de la categoría de emisión correspondiente.

2. *Desarrollo:* En un plazo de seis meses se recopiló la información para cada categoría o sector de emisión, se registraron en las hojas de cálculo los datos y la información obtenida, se estimaron las emisiones y se preparó, por parte del experto del sector, un informe con las estimaciones, así como el análisis realizado y las fuentes de información consultadas. Durante esta fase, los coordinadores del Inventario dieron seguimiento a las solicitudes de información realizadas por los expertos y se les apoyó en la obtención de datos adicionales que fueran necesarios para las estimaciones. Al concluir, cada experto de categoría entregó su informe a la Coordinación General del Inventario, incluyendo las hojas de cálculo correspondientes; posteriormente, se realizó la evaluación de calidad según lo estipula el Plan de Calidad del Inventario.
3. *Compilación:* En la fase de compilación, los coordinadores del inventario revisaron los informes y las hojas de cálculo y evaluaron el cumplimiento de los lineamientos establecidos. Tras el control de calidad, se registraron las estimaciones de cada categoría de emisión y sector y se consolidó la información para integrar el inventario. Se estimaron las tendencias de las emisiones por categoría de emisión y por gas, y se estimaron las incertidumbres, general y por categoría.
4. *Generación del informe:* Con base en lo presentado por cada experto, se integró el informe final del inventario según el formato preparado previamente.
5. *Revisión y publicación:* El informe final se sometió a la revisión de los expertos externos y del público en general; con base en los comentarios y observaciones recibidas se hicieron las últimas adecuaciones y correcciones al documento. Una vez concluido el informe, se generó la versión final para publicación.

Panorama General 2002

Las emisiones de GEI para 2002, en unidades de CO₂ equivalente y con cifras preliminares de la categoría Uso de Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura (USCUISS), se estimaron en 643,183 Gg tomando en cuenta los seis gases enunciados en el anexo A del Protocolo de Kioto.

En el diagrama de la Figura II.2 se presenta la contribución por categoría de emisión (lado izquierdo) y por gas (lado derecho).

La contribución de las emisiones de los GEI de las diferentes categorías en términos de CO₂ equivalente en 2002 es la siguiente: energía representó 61% (389,497 Gg); le siguen las categorías de USCUISS 14% (89,854 Gg); desechos 10% (65,584 Gg); procesos industriales 8% (52,102 Gg) y agricultura 7% (46,146 Gg).

Al interior de la categoría de energía, como principal fuente de las emisiones, la contribución fue de la siguiente manera: generación de energía, 24% de las emisiones totales del país; transporte, 18%; consumo de combustibles fósiles en la manufactura y la industria de la construcción, 8%; consumo en los sectores residencial, comercial y agrícola, 5%; emisiones fugitivas de metano, 6%. En conjunto, las fuentes fijas y de área (que incluye generación de energía, manufactura e industria de la construcción y otros sectores de la energía, sin contar el transporte) representaron 37% del total.

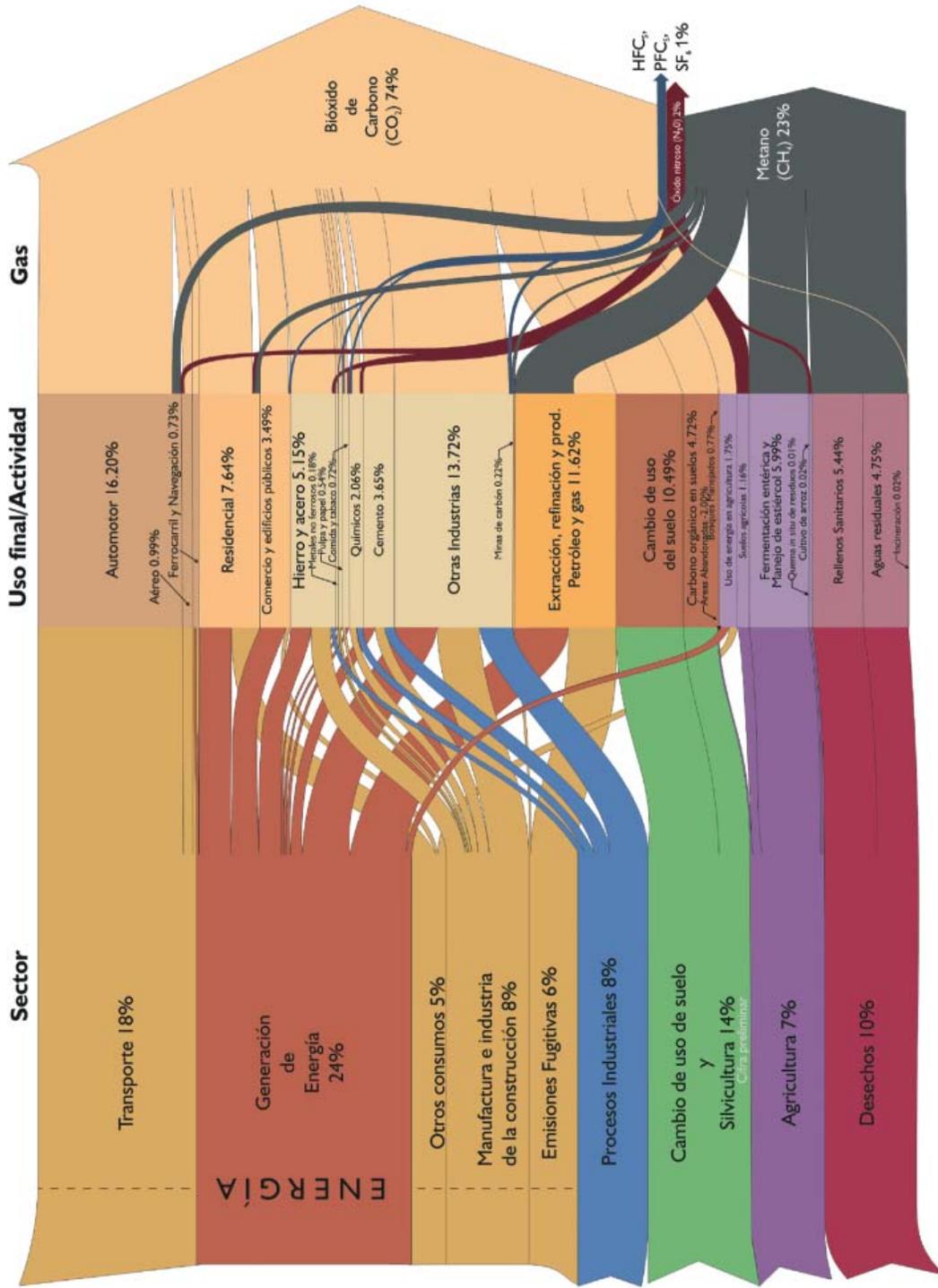
Las emisiones nacionales de GEI por gas en CO₂ equivalente, son las siguientes: 480,409 Gg (74%) corresponden a CO₂, 145,586 Gg (23%) son de CH₄, 12,343 Gg (2%) corresponden a N₂O, y el restante 1% se compone por 4,425 Gg de los HFCs, 405 Gg de los PFCs y 15 Gg de los SF₆.

Emisiones de Gases de Efecto Invernadero por Categoría en 2002

Energía [1]

La categoría Energía, que es la más importante en los inventarios nacionales de GEI de México, se subdivide en consumo de combustibles fósiles y en emisiones fugitivas de metano (Cuadro II.2).

FIGURA II.2 DIAGRAMA DE EMISIONES DE GEI PARA MÉXICO.²



² Información de México con base en el diagrama diseñado por el World Resources Institute, WRI (WRI, 2005). "Navigating the Numbers: Greenhouse gases and international climate change agreements". Pág. 4.

CUADRO II.2 SUBCATEGORÍAS DE ENERGÍA.

1A Consumo de combustibles fósiles	1A1 Generación de energía 1A2 Manufactura e industria de la construcción 1A3 Transporte 1A4 Otros (Comercial, residencial y agricultura)
1B Emisiones fugitivas de metano	1B1 Por el minado y manipulación del carbón 1B2 Por las actividades del petróleo y gas natural

En 2002, las emisiones de GEI para esta categoría, expresadas en unidades de CO₂ equivalente, registraron un aumento de 25% con respecto al año base (1990), es decir pasaron de 312,027 Gg a 389,497 Gg; sin embargo, su contribución al volumen total de emisiones disminuyó en un 4% en el mismo periodo (Cuadro II.3).

En 2002, el CO₂ contribuyó con 89%, el CH₄ con 10% y el N₂O con 1% de las emisiones de GEI de la categoría de Energía (Cuadro II.4 y Figura II.3).

Las Figuras II.4 y II.5 ilustran, respectivamente, el cambio porcentual anual de las emisiones de GEI en la categoría de Energía y el cambio absoluto en las emisiones con respecto a 1990.

Las emisiones de GEI en esta categoría presentan una tasa media anual de crecimiento de 2% de 1990 a 2002, misma que es menor a la tasa media de crecimiento anual del PIB, que en el mismo periodo fue de 3.1%.³ En las Figuras II.6 y II.7 se presenta el comportamiento de la intensidad energética (consumo

CUADRO II.3 EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA ENERGÍA (Gg).

CATEGORÍA Y SUBCATEGORÍAS	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
1 Energía	312,027	321,836	342,900	349,431	394,129	398,627	389,497
1A Consumo de Combustibles fósiles	279,864	291,045	308,932	311,197	351,760	356,796	350,414
1B Emisiones fugitivas de combustibles	32,163	30,790	33,968	38,233	42,369	41,831	39,082

CUADRO II.4 EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA ENERGÍA POR TIPO DE GAS EN CO₂ EQUIVALENTE.

GAS	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
CO ₂	276,490	287,518	305,152	307,889	349,233	353,868	346,361
CH ₄	34,371	33,086	36,280	39,964	43,005	42,605	40,634
N ₂ O	1,166	1,232	1,467	1,578	1,891	2,155	2,501
Total	312,027	321,836	342,900	349,431	394,129	398,627	389,497

³ Tasa promedio anual de crecimiento del PIB: Estimación propia calculada como promedio simple de acuerdo con los datos de crecimiento anual de la economía publicados por el Banco de México para el periodo 1990-2002. Fuente: <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/>

FIGURA II.3 EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA DE ENERGÍA POR TIPO DE GAS 1990-2002.

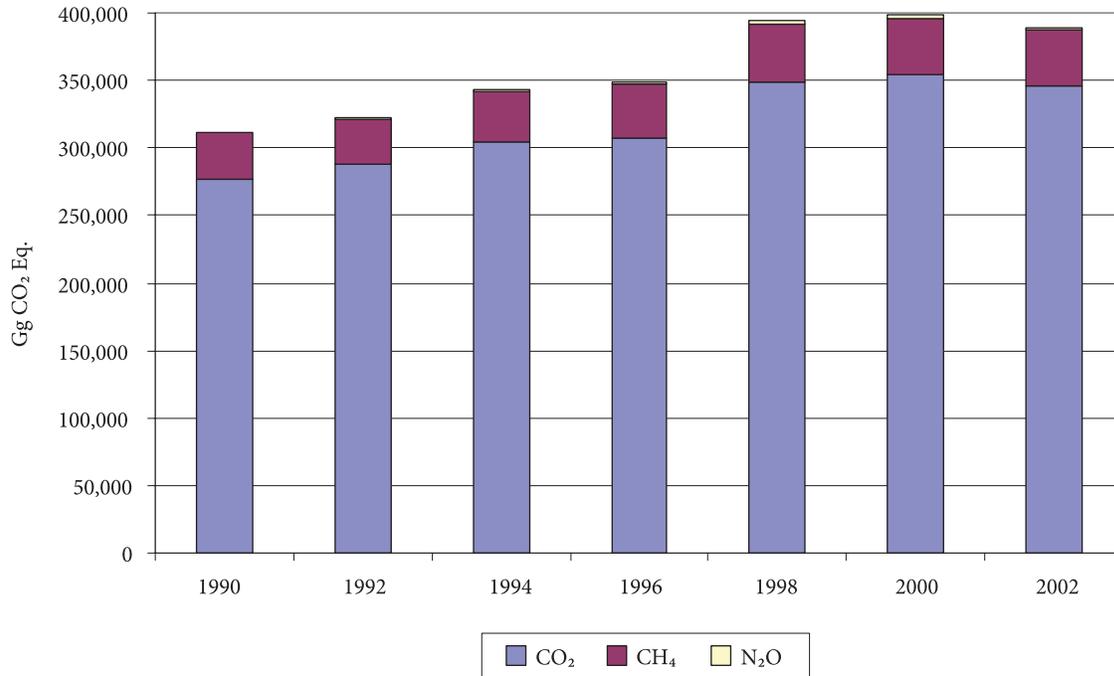


FIGURA II.4 CAMBIO PORCENTUAL ANUAL DE LAS EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA ENERGÍA CON RESPECTO AL AÑO ANTERIOR.

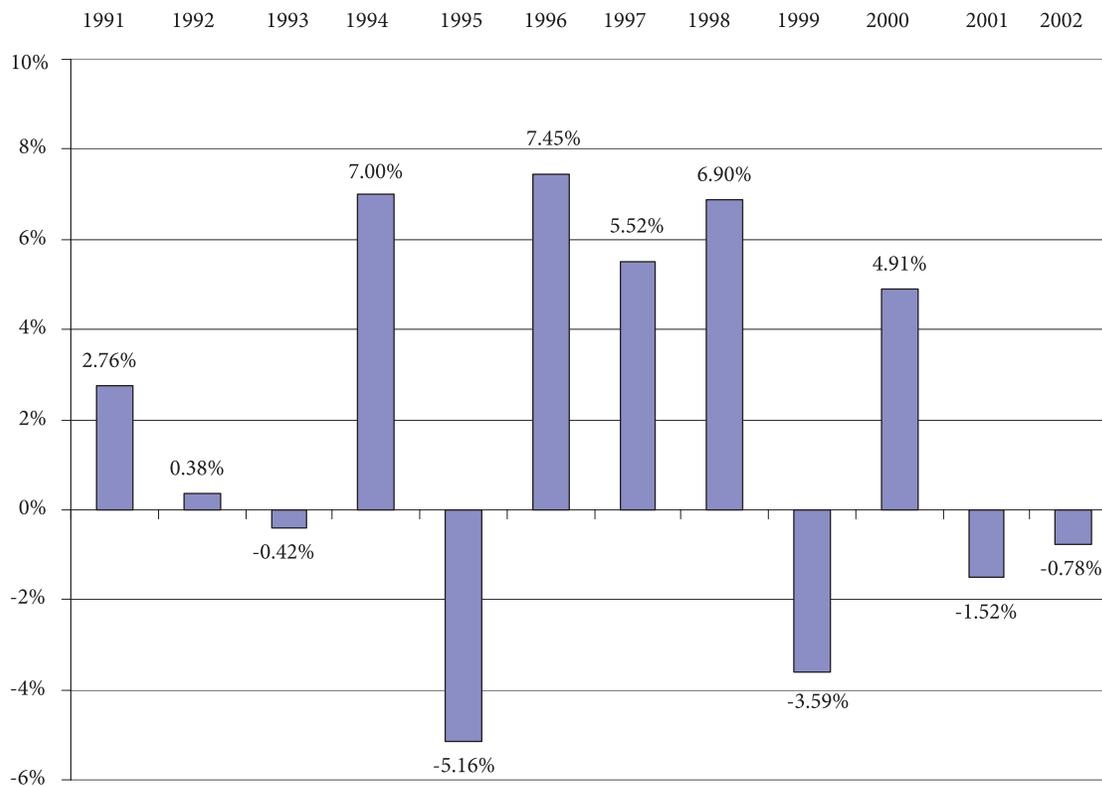


FIGURA II.5 CAMBIO ABSOLUTO ANUAL DE LAS EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA ENERGÍA CON RESPECTO A 1990.

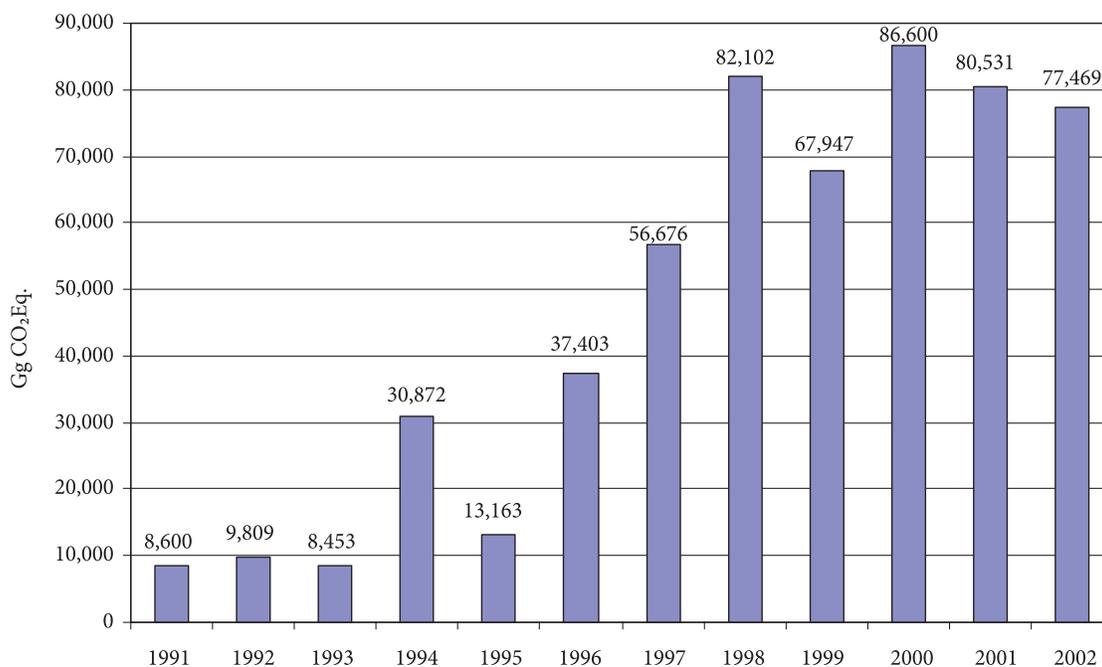
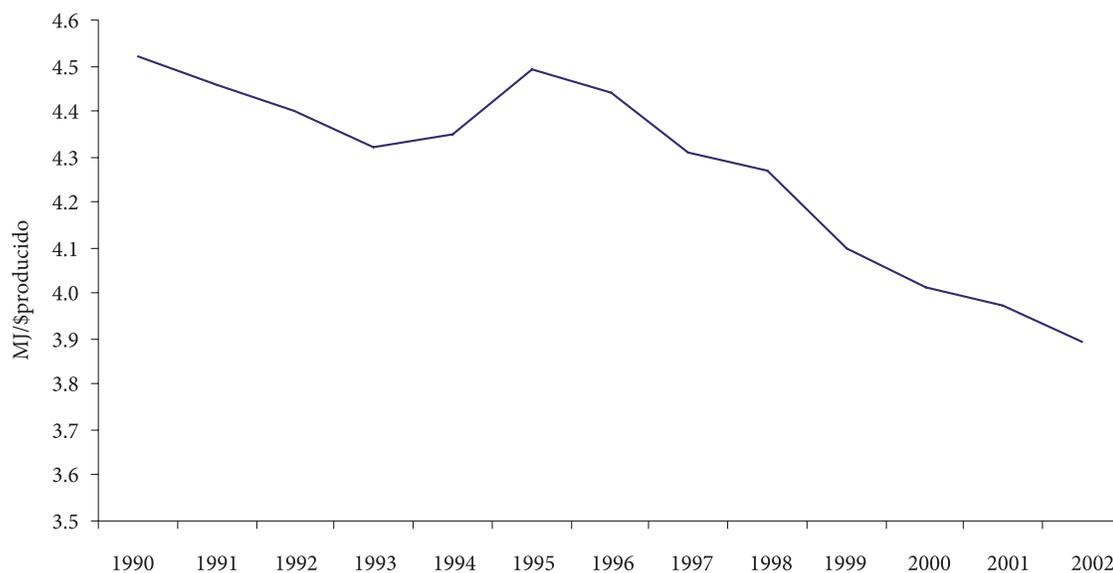
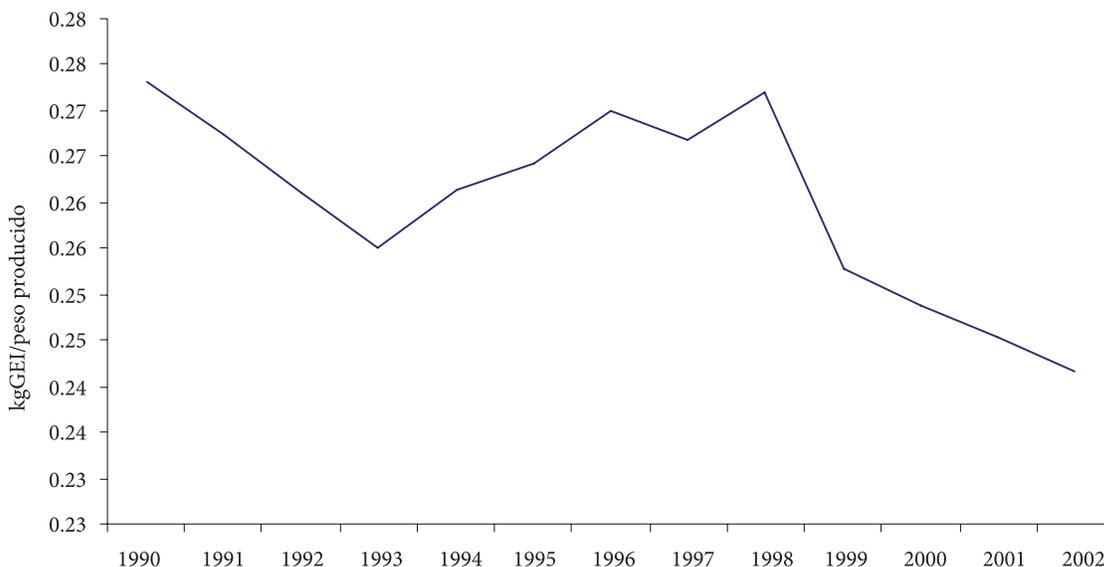


FIGURA II.6 INTENSIDAD ENERGÉTICA DE MÉXICO, 1990-2002.



Fuente: Elaboración propia con datos del Balance Nacional de Energía 2005.

FIGURA II.7 INTENSIDAD DE EMISIONES DE MÉXICO, 1990-2002.



de combustibles fósiles por unidad del PIB a precios constantes de 1993) y la intensidad de emisiones (emisiones de GEI por consumo de combustibles fósiles por unidad del PIB a precios constantes de 1993) para el periodo 1990-2002. En dichas gráficas es posible observar la tendencia en la mejora en ambas intensidades, en términos de un menor consumo de combustibles fósiles y una menor cantidad de emisiones de GEI por unidad de PIB generado en el país.

El único cambio en la tendencia hacia la mejora de la intensidad energética se observa en el periodo de 1995 a 1998, donde se presenta un retroceso por un aumento en el consumo de combustibles fósiles, en un intento de la economía por recuperar su crecimiento luego de la crisis de 1995. Relacionado con ello, la tendencia a la mejora en la intensidad de emisiones también se ve afectada; en el periodo 1996-1998 ocurre un cambio en la selección de combustibles fósiles quemados en el país como se muestra en la Figura II.8; el cambio implicó un aumento en las emisiones por el consumo de diesel, gas natural no asociado y combustóleo; la intensidad de emisiones mejora a partir de 1999, año en que se reduce el consumo del combustóleo y se estabilizan el consumo de gas no asociado y diesel.

Dentro de las subcategorías de energía, las emisiones de GEI en unidades de CO₂ equivalente producidas en 2002 por la quema de combustibles fósiles en las fuentes fijas y de área (generación de energía [1A1], manufactura e industria de la construcción [1A2], otros sectores [1A4]) equivalen a 61% de las emisiones en la categoría (236,028 Gg), mientras que las emisiones del sector transporte [1A3] representaron 29% (114,385 Gg) y las emisiones fugitivas 10% (39,082 Gg).

Las emisiones correspondientes a la subcategoría de consumo de combustibles fósiles presentan variación en su contribución respecto a 1990. Por ejemplo, la contribución de la industria generadora de energía aumenta de 34% a 40%, a la vez que se reduce la participación de las emisiones provenientes de la manufactura e industria de la construcción y la de otros sectores (Figura II. 9).

Las emisiones de GEI por consumo de combustibles fósiles son de 350,414 Gg de CO₂ en el 2002, lo que representó 25% por arriba de las registradas para el año base 1990.

En 2002, la contribución de los diferentes sectores que son parte de la subcategoría de consumo de com-

FIGURA II.8 EMISIONES DE LA CATEGORÍA DE ENERGÍA POR TIPO DE COMBUSTIBLE CONSUMIDO EN EL PAÍS EN SUBCATEGORÍAS 1A1, 1A2 Y 1A4.

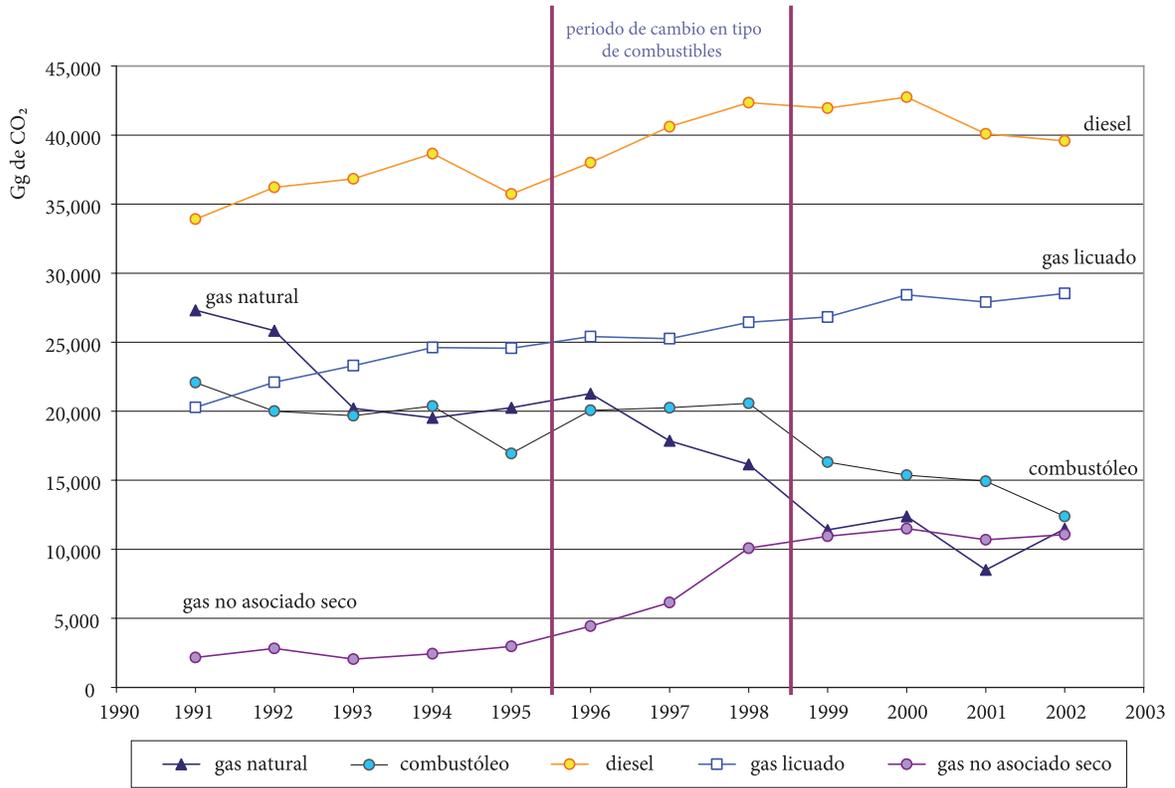
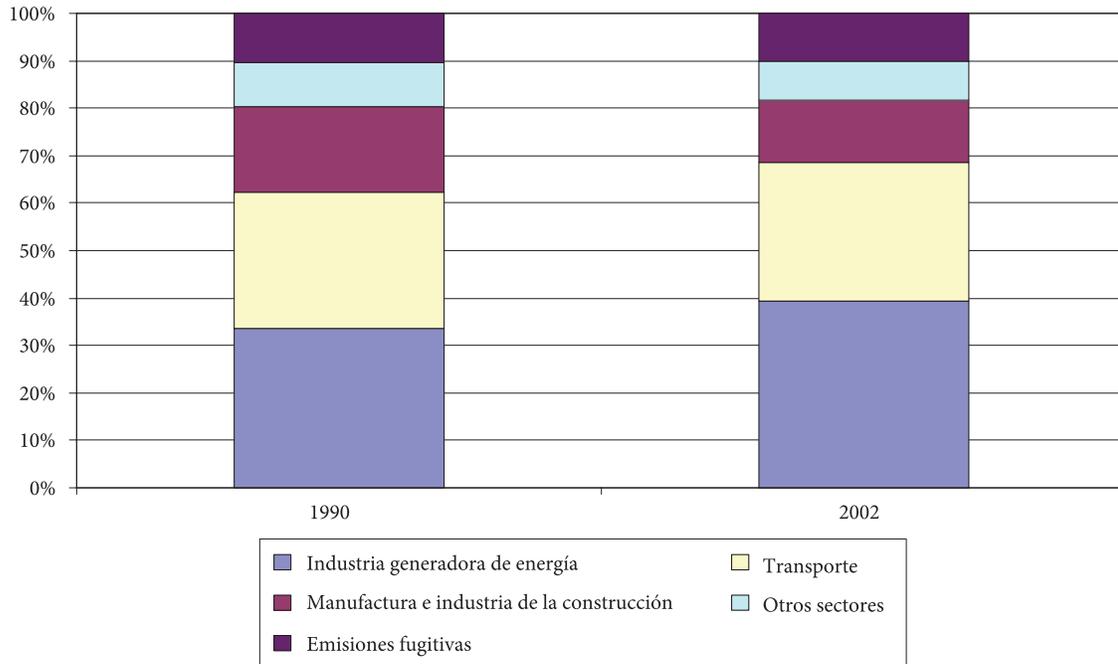


FIGURA II.9 CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR SECTOR A LAS EMISIONES DE GEI DE LA CATEGORÍA ENERGÍA, 1990 Y 2002



bustibles fósiles [1A], en lo que respecta a fuentes fijas y de área es como sigue:

- 64.7% del total de las emisiones de GEI generadas por las fuentes fijas de combustión, pertenecen a las industrias de la energía [1A1].
- 21.7% son generadas por los sectores de manufactura e industria de la construcción [1A2], y
- 13.6% restante lo producen los sectores residencial, comercial y agropecuario [1A4].

Industria de la Energía

La subcategoría de la Industria de la Energía está conformada por la generación de electricidad y la producción de combustibles fósiles. El consumo de combustibles fósiles y sus respectivas emisiones de CO₂ para el periodo 2002–2004 se muestran en el Cuadro II.5.

Como puede observarse en dicho Cuadro, en la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y en Luz y Fuerza del Centro (LyFC), el consumo de combustibles fósiles y las emisiones de CO₂ asociadas disminuyeron casi en 16%. Por otro lado, los Productores Independientes de Energía (PIE) duplicaron su consumo de gas natural, como consecuencia de la puesta en operación de nuevas plantas de ciclo combinado. En este sector, el uso del combustóleo por parte de CFE y LyFC aportó el 45% de las emisiones totales derivadas de la generación de electricidad.

Con respecto al consumo de energía de PEMEX, el gas licuado de petróleo aumentó un 53% en el periodo de análisis, seguido del diesel con 42%; sin embargo, la mayor parte de las emisiones de CO₂ de esta empresa se deben al consumo de gas natural y gas no asociado, que contribuyen con un 36% cada uno, seguidos del uso de combustóleo con una contribución de 19%.

CUADRO II.5 EMISIONES CONSUMO DE COMBUSTIBLES Y EMISIONES DE CO₂ EN LAS INDUSTRIAS DE ENERGÍA 2002–2004.

		2002	2003	2004	2002	2003	2004	
Electricidad	Combustible	PJ		Gg = ktm				
	CFE, LyFC	Carbón	264.10	307.98	236.12	24,484.4	28,552.0	21,890.4
	Diesel	14.08	28.49	14.40	1,032.5	2,088.7	1,056.0	
	Combustóleo	787.56	677.95	636.25	60,321.7	51,926.0	48,732.4	
	Gas natural	371.93	378.43	328.14	20,761.0	21,123.7	18,316.4	
	Total	1,437.68	1,392.84	1,214.91	106,599.6	103,690.4	89,995.3	
	PIE	Diesel	1.10	1.12	0.26	80.5	82.1	19.1
	Gas natural	157.10	233.23	328.61	8,769.0	13,018.6	18,343.1	
	Total	158.19	234.35	328.87	8,849.5	13,100.7	18,362.1	
	Petróleo	Pemex	Diesel	23.21	24.83	33.03	1,702.1	1,820.8
Combustóleo		89.92	95.71	101.77	6,887.3	7,330.9	7,794.9	
Gas natural		231.10	271.20	268.97	12,899.7	15,138.1	15,013.9	
Gas no asociado		242.39	253.40	273.21	13,530.3	14,144.5	15,250.7	
GLP		5.56	6.98	8.49	347.4	435.9	529.9	
Coque de carbón		0.75	0.86	0.85	79.0	91.2	90.1	
Gasolina		22.91	12.19	13.64	1,571.9	836.1	935.5	
Total		615.88	665.17	699.96	37,020.3	39,797.5	42,036.7	

Fuente: Dick Cuatecontzi con datos de PEMEX, SENER.

Transporte

En 2002, las emisiones totales de GEI en unidades de CO₂ equivalente del sector del transporte [1A3] fueron de 114,385 Gg. La contribución por modalidad fue: automotor [1A3b] 91%; aéreo [1A3a] 6%; marítimo [1A3d] 2% y ferroviario [1A3c] 1%.

Emisiones fugitivas de metano

Las emisiones fugitivas de metano [1B] para el 2002 en equivalentes de CO₂ fueron de 39,082 Gg, integradas

en 96% por las emisiones de la producción de petróleo y gas [1B2] en esta categoría y el 4% restante por el proceso de minado y manipulación del carbón [1B1a].

Procesos Industriales [2]

La categoría de Procesos Industriales considera las emisiones generadas en la producción y uso de minerales, producción de metales, industria química, algunos procesos como producción de papel, alimentos y bebidas, y finalmente, en la producción y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre (Cuadro II.6).

CUADRO II.6 SUBCATEGORÍAS DE PROCESOS INDUSTRIALES.

2A Productos minerales	2A1 Producción de cemento 2A2 Producción de óxido e hidróxido de calcio 2A3 Uso de piedra caliza y dolomita 2A4 Producción y uso de carbonato de sodio 2A5 Impermeabilizantes asfaltados 2A6 Pavimentación con asfalto 2A7 Vidrio
2B Industria química	2B1 Producción de amonio 2B2 Producción de ácido nítrico 2B3 Producción de ácido adípico 2B4 Producción de carburos 2B5 Otros
2C Producción de metales	2C1 Producción de hierro y acero 2C2 Producción de ferroaleaciones 2C3 Producción de aluminio 2C4 Uso de SF ₆ en fundidoras de aluminio y magnesio
2D Otros procesos industriales	2D1 Pulpa y papel 2D2 Alimentos y bebidas
2E Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2E1 Emisiones como residuos o subproductos 2E2 Emisiones fugitivas
2F Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2F1 Equipos de refrigeración y aire acondicionado 2F2 Espumas 2F3 Extinguidores 2F4 Aerosoles 2F5 Solventes 2F6 Equipos eléctricos e interruptores automáticos

El CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC y SF₆, son los GEI estimados dentro de esta categoría. Adicionalmente se estiman otros gases secundarios como el monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y los compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM). (Cuadro II.7).

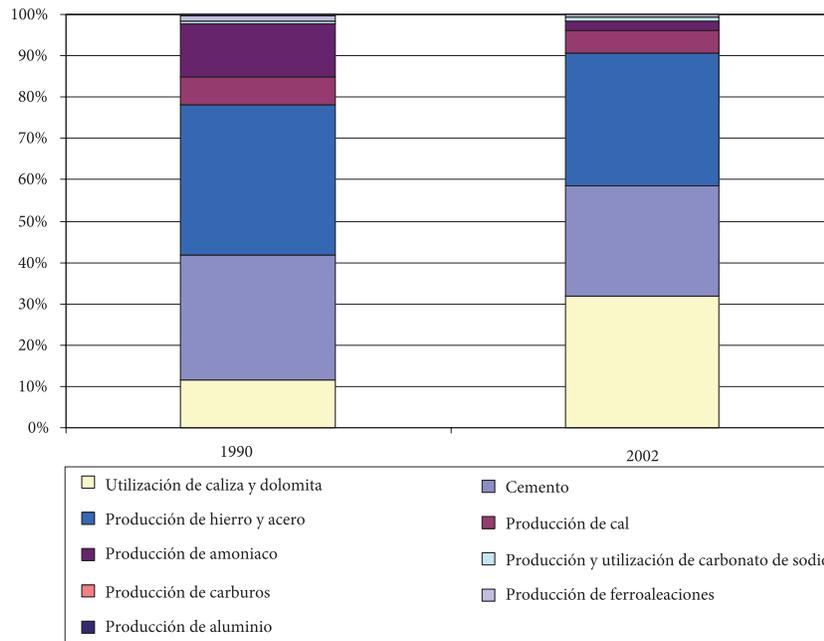
En términos generales, el principal gas emitido por esta categoría es CO₂, que en 2002 representó 90% de las emisiones de Procesos Industriales, con 47,069 Gg (Cuadro II.8). Lo anterior significó un aumento de 51% con respecto al año base 1990 debido a la mayor producción de cemento, mayor utilización de la piedra caliza y la dolomita y al incremento en la producción de materias primas, productos y derivados siderúrgicos.

Las emisiones de los gases fluorados muestran un importante incremento en el periodo 1992-2002, y en conjunto representan 1% del total del inventario; dicho incremento es principalmente un reflejo del mayor uso de HFC en refrigeradores y sistemas de aire acondicionado en industrias, viviendas y automóviles

en sustitución de algunos de los CFCs controlados por el Protocolo de Montreal y cuyo uso está restringido en el mundo.

Las emisiones de SF₆, aunque representan una porción menor que los HFCs dentro de las emisiones de gases fluorados, se quintuplicaron entre 1990 y 2002 (Cuadro II.8). Sin embargo, los datos obtenidos para la estimación de las emisiones de SF₆, únicamente muestran las adquisiciones de equipo eléctrico por parte de la CFE para el periodo 1990-2002, pero no consideran el equipo que haya sido adquirido en años anteriores a 1990, ni detallan las unidades que se retiran del sistema cada año. Adicionalmente, los datos corresponden al equipo incorporado al sistema de distribución eléctrica, pero no incluyen los casi 3,700 equipos adquiridos para el sistema de transmisión, u otros equipos del sistema de generación de electricidad, ya que no se tiene el desglose anual para el periodo contemplado. Las estimaciones de SF₆ no consideran la posible destrucción del gas, las fugas en el equipo o su reutilización en otros equipos, ya que esos datos se desconocen.

FIGURA II.10 CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL POR SECTOR A LAS EMISIONES DE CO₂ DE CATEGORÍA PROCESOS INDUSTRIALES, 1990 Y 2002.



CUADRO II.7 EMISIONES DE GEI POR GAS, CATEGORÍA PROCESOS INDUSTRIALES, 1990-2002, Gg.

GEI	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
CO ₂	31,142.88	32,168.76	38,001.77	39,519.71	44,016.44	50,442.14	47,069.14
COVDM	406.92	447.12	566.96	383.80	407.61	611.94	525.27
SO ₂	92.05	81.74	71.56	87.02	99.32	104.28	102.70
CO	67.23	43.84	32.24	67.36	63.57	56.55	42.13
CH ₄	5.13	4.68	4.40	4.79	4.70	4.61	3.62
NO _x	5.10	3.93	2.81	10.24	8.49	5.50	4.17
N ₂ O	1.62	1.00	0.14	3.26	2.29	0.82	0.36

CUADRO II.8 EMISIONES DE GEI POR GAS, CATEGORÍA PROCESOS INDUSTRIALES, 1990-2002, Gg EN EQUIVALENTES DE CO₂

GEI	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
CO ₂	31,142.88	32,168.76	38,001.77	39,519.71	44,016.44	50,442.14	47,069.14
CH ₄	107.7	98.3	92.4	100.59	98.7	96.8	76
N ₂ O	502.2	310	43.4	1,010.6	709.9	254.2	111.6
HFC	-	40.4	463.6	1,469.8	2,770.6	4,414	4,425.2
PFC	701.2	257.5	642.6	638.1	642.6	635.9	405.1
SF ₆	2.4	3.4	3.9	5.2	6.1	8.1	15.2
Total	32,456.38	32,878.36	39,247.67	42,744.00	48,244.34	55,851.14	52,102.24

CUADRO II.9 EMISIONES DE COVDM POR SECTOR DE LA CATEGORÍA SOLVENTES PARA EL PERIODO 1990-2002, Gg.

PRODUCTO	Años						
	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
Esmaltes	29.6	33.4	42.1	37.5	42.7	50.9	45.4
Lacas	4.9	5.9	7.0	6.6	7.3	10.3	10.5
Pinturas solubles en agua sin minerales	3.2	3.6	3.5	3.2	4.8	5.6	5.3
Barnices	3.5	4.4	6.3	5.1	5.6	7.3	6.6
Pinturas solubles en agua con minerales	ND*	ND*	2.5	2.2	2.7	2.7	2.2
Pinturas con solventes	6.4	7.9	13.7	13.2	17.4	21.5	17.5
Selladores	3.0	3.9	6.4	5.3	6.4	7.1	6.5
Adhesivos	7.1	7.6	12.9	16.7	23.6	29.3	23.3
Impermeabilizantes	8.9	8.7	9.2	18.3	17.8	17.1	14.1
Tintas para impresión	ND*	ND*	10	14.7	20.4	20.2	24.7
Solventes	52.8	51.7	67.8	57.5	61.6	73.8	64.4
Totales, Gg	119.4	127.1	181.4	180.3	210.3	245.8	220.5

*ND: No disponible.

Por su parte, los PFC presentan una disminución de 42% entre 1990 y 2002 debida principalmente a una menor producción de aluminio en el país.

Solventes [3]

La categoría de solventes contempla las emisiones de COVDM generadas por el uso de los solventes en pinturas, tintas para imprenta, adhesivos, barnices, lacas y otros productos químicos (Cuadro II.9). Los COVDM juegan un papel importante en la troposfera como precursores de la formación del ozono, que es un gas de efecto invernadero indirecto.

Las emisiones de COVDM generadas por el uso de solventes se estimaron para los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002. Dado que las Directrices del PICC revisadas en 1996 no brindan una metodología de estimación, se siguieron las metodologías propuestas en los informes de los inventarios de Estados Unidos, Hungría, Latvia y Noruega.

Las emisiones totales de COVDM en 2002, fueron de 220.5 Gg y su principal fuente son los solventes. Las emisiones de COVDM registraron un aumento de 84% respecto a 1990.

La mayor parte de emisiones en esta categoría proviene de los solventes (29%), esmaltes (21%), tintas de impresión (11%) y los adhesivos (10%). El resto de las emisiones son de productos químicos como lacas, barnices, impermeabilizantes, selladores y pinturas.

Agricultura [4]

La categoría de agricultura está compuesta principalmente por las emisiones provenientes de actividades agrícolas (cultivos y manejo de suelos) y pecuarias (fermentación entérica y manejo de estiércol). Sus principales gases son CH₄ y N₂O (Cuadro II.10).

Esta categoría se estimó con la actualización de los factores de emisión, y los datos de actividad o datos censales de los rubros comprendidos en las actividades agrícolas y pecuarias.

Para el periodo 1990–2002, las emisiones promedio de CH₄ representan 84% de la categoría y las de N₂O el 16% restante (Cuadro II.11). Asimismo, se aprecia una disminución en las emisiones de la categoría, de 47,427 a 46,146 Gg, derivada posiblemente de la importación de granos básicos como el arroz y del estancamiento del sector pecuario.

CUADRO II.10 SUBCATEGORÍAS DE AGRICULTURA.

4A Fermentación entérica	Se subdivide en 10 tipos distintos de animales
4B Manejo de estiércol	Se subdivide en 10 tipos distintos de animales
4C Cultivo de arroz	4C1 Cultivo irrigado 4C2 Cultivo de temporal 4C3 Cultivo en pantanos
4D Suelos agrícolas	
4E Quemas programadas de suelos	
4F Quemas in situ de residuos agrícolas	

CUADRO II.11 EMISIONES DE METANO (CH₄) Y OXIDO NITROSO (N₂O) DE LA CATEGORÍA AGRICULTURA, Gg DE CO₂ EQUIVALENTE.

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
CH ₄	40,312.76 85%	39,403.39 86%	38,698.77 85%	37,155.64 84%	37,988.29 84%	37,712.00 83%	38,681.60 84%
N ₂ O	7,114.81 15%	6,646.09 14%	6,805.10 15%	6,921.06 16%	7,456.43 16%	7,814.76 17%	7,464.49 16%
Total	47,427.57	46,049.48	45,503.87	44,076.70	45,444.72	45,526.76	46,146.09

Uso del Suelo, Cambio de Uso de Suelo y Silvicultura [5] (USCUSS) (Preliminar)

La categoría de USCUSS contempla las emisiones de CO₂ generadas por las subcategorías definidas por el PICC (Cuadro II.12), así como las emisiones de CH₄ y N₂O generadas por cambio de uso de suelo [5B].

Para la estimación de las emisiones de esta categoría, se estandarizó la clasificación de vegetación y uso del suelo a nivel histórico en México y se adaptó a las metodologías del PICC.

Las emisiones estimadas corresponden a promedios anuales de GEI para el periodo de 1993-2002, que en CO₂ equivalente fueron de 89,854 Gg.

En términos de CO₂, la categoría USCUSS aporta un total de 86,877 Gg. Estas emisiones son el resultado del balance entre 64,484 Gg provenientes de la combustión y descomposición de biomasa aérea asociada a los procesos de conversión de bosques a otros usos; 30,344 Gg por emisiones derivadas de los suelos minerales y áreas agrícolas; 4,932 Gg por emisión en bosques manejados y una captura de 12,883 Gg en tierras abandonadas, la cual se descuenta del total de emisiones de la categoría.

Desechos [6]

La categoría de desechos contempla las emisiones de CH₄ generadas a partir de la disposición de los residuos sólidos municipales y el manejo y tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales, así como las emisiones de N₂O emitidas por las aguas residuales municipales y las emisiones de CO₂ y N₂O generadas por la incineración de residuos peligrosos (Cuadro II.13).

Las emisiones de GEI en 2002, en CO₂ equivalente, fueron de 65,584 Gg, mientras que en 1990 se emitieron 33,357Gg.

Las emisiones de GEI por esta categoría, en CO₂ equivalente, tuvieron un incremento de 96% respecto a 1990, como resultado del incremento en la disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios y del impulso dado en la última década al tratamiento de las aguas residuales municipales e industriales; dentro de este porcentaje también se incluye el cambio registrado en las emisiones por incineración de residuos peligrosos, cuyo valor se multiplicó por 30 en el mismo periodo, pero su contribución al total en este último año es menor al 0.5%. La incineración de resi-

CUADRO II.12 SUBCATEGORÍAS DE USCUSS.

5A Cambios en existencia (inventario) de bosques y otra biomasa leñosa	5A1 Bosques tropicales 5A2 Bosques templados 5A3 Bosques boreales 5A4 Pastizales, sabana tropical y tundra 5A5 Otros
5B Cambio de uso del suelo	5B1 Bosques tropicales 5B2 Bosques templados 5B3 Bosques boreales 5B4 Pastizales, sabana tropical y tundra 5B5 Otros
5C Captura por abandono de tierras	5C1 Bosques tropicales 5C2 Bosques templados 5C3 Bosques boreales 5C4 Pastizales, sabana tropical y tundra 5C5 Otros
5D Emisiones y captura de CO ₂ del suelo	

duos es una actividad relativamente nueva en el país (Figura II.11).

Tendencia de las emisiones de gases de efecto invernadero por tipo de gas

Tendencias en las emisiones totales de gases de efecto invernadero en CO₂ equivalente

En 2002, las emisiones de GEI fueron de 553 millones de toneladas en CO₂ equivalente y registran un incremento de 30% comparadas con 1990. Los principales gases, como se puede ver en la Figura II.12, son el CO₂ y el CH₄, los cuales tienen un incremento de 28 y 34% en 1990 y 2002, respectivamente.

El CO₂ constituye en promedio 72% de las emisiones anuales, el CH₄ 25%; el N₂O, 2% y los gases fluorados, 1%.

En el periodo 1990-2002, las emisiones totales en CO₂ equivalente crecieron a una tasa constante de 2.2% anual. Entre 1990 y 2000, el incremento fue de 2.8% por año y de 2000 a 2002 de 1.8% anual (Figura II.13).

En el mismo periodo 1990-2002, el PIB del país creció en promedio 3.1% anual⁴ y la población nacional tuvo un incremento de 1.8% anual.

Emisiones de CO₂ equivalente por habitante

Las emisiones per capita promedio para el país son de 5.4 toneladas de CO₂ equivalente por habitante, con un crecimiento medio anual de 0.4% entre 1990 y 2002 (Figura II.14).

Sin embargo, su comportamiento no siempre es a la alza, ya que las emisiones por habitante tienen un aumento medio anual del 1.4% entre 1990 y 1998, para posteriormente decrecer 0.7% entre 1998 y 2000 y 2.4% entre 2000 y 2002, lo que indica que, a pesar del aumento de la población a una tasa de 1.8% anual, las emisiones tuvieron un crecimiento más lento entre 1998 y 2002, lo que puede reflejar un desacoplamiento entre el crecimiento poblacional y las emisiones de GEI.

Emisiones de CO₂ equivalente por Producto Interno Bruto (PIB)

Las emisiones de CO₂ equivalente por unidad de PIB en el 2002 fueron de 0.34 kg por Peso de PIB, lo cual representa un decremento de 8% con respecto al dato de 1990. Como se observa en el periodo 1998-2002, el descenso se puede atribuir al incremento del PIB en esos años y a la desaceleración en el crecimiento de las emisiones, debido principalmente al cambio de

CUADRO II.13 SUBCATEGORÍAS DE DESECHOS.

6A Disposición de residuos sólidos en suelo

6A1 Disposición de residuos sólidos en rellenos sanitarios
6A2 Disposición de residuos sólidos en tiraderos a cielo abierto
6A3 Otros

6B Manejo y tratamiento de aguas residuales

6B1 Aguas residuales industriales
6B2 Aguas residuales domésticas y municipales
6B3 Otros

6C Incineración de residuos

⁴ Tasa promedio anual de crecimiento del PIB: Estimación propia calculada como promedio simple de acuerdo con los datos de crecimiento anual de la economía publicados por el Banco de México para el periodo 1990-2002. Fuente: <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/>

FIGURA II.11 EMISIONES DE GEI PROVENIENTES DE LA CATEGORÍA DE DESECHOS, 1990-2002.

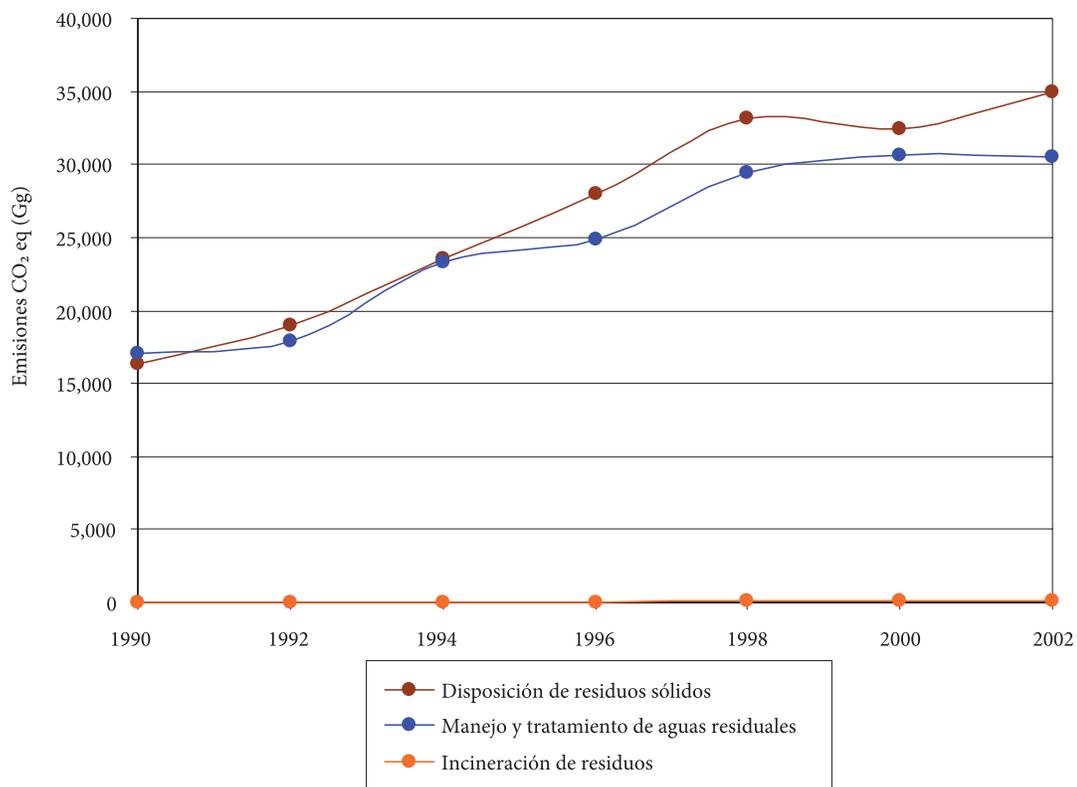


FIGURA II.12 EMISIONES EN MT DE CO₂ EQUIVALENTE POR TIPO DE GAS, 1990-2002.

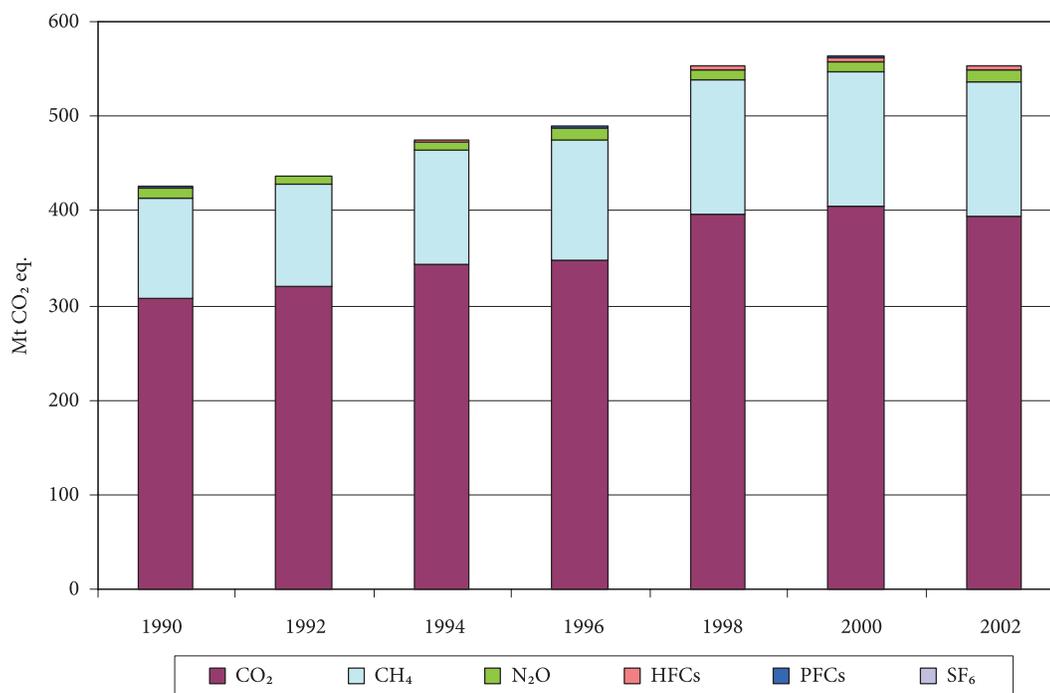


FIGURA II.13 ÍNDICE DE EMISIONES, PIB Y POBLACIÓN PARA EL PERIODO 1990-2002.

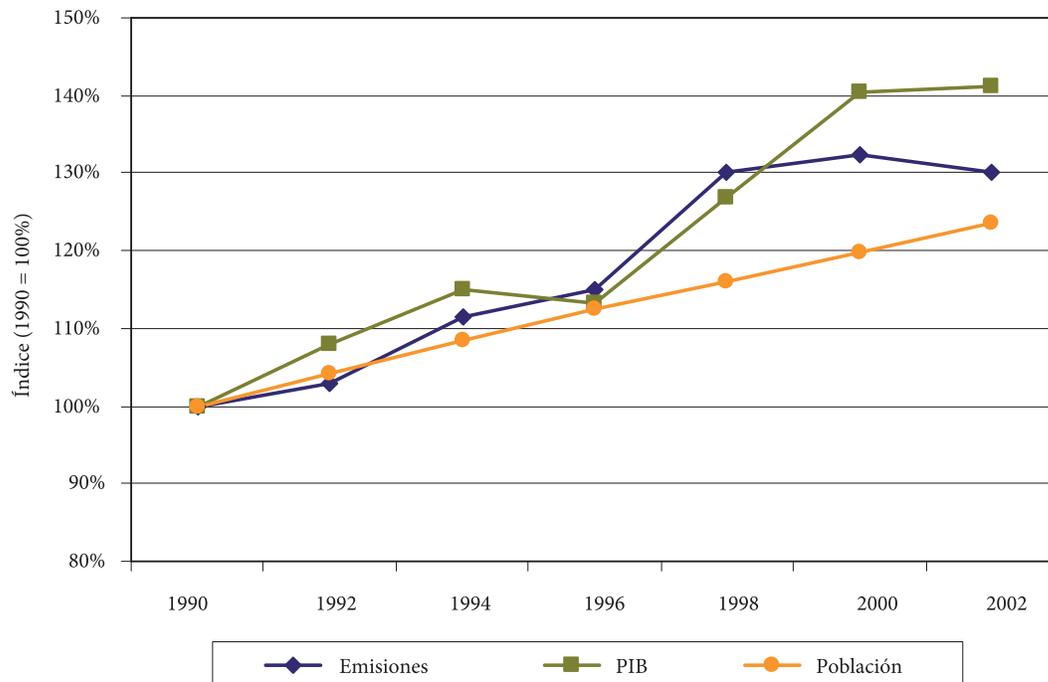
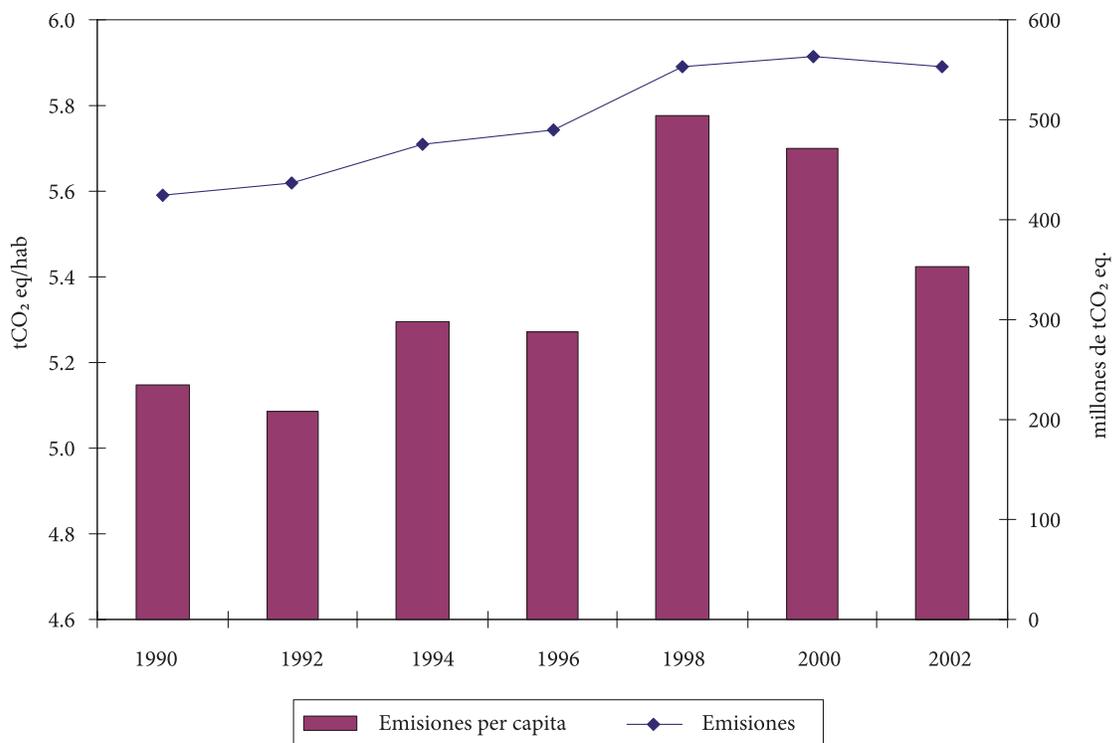


FIGURA II.14 EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE POR HABITANTE, 1990-2002.



combustibles empleados en la generación de energía eléctrica (Figura II.15).

Emisiones de bióxido de carbono, CO₂

Las emisiones de CO₂ fueron de 393,532 Gg en el 2002, lo que representa un incremento de 28% con respecto a 1990. Las emisiones de CO₂ en el país provienen principalmente de dos categorías de emisión: energía y procesos industriales.

Los sectores con mayor contribución porcentual de emisiones de CO₂ en el 2002 e incremento en por ciento respecto a 1990 son: industria generadora de energía (1A1), 39% del total e incremento de 46%; sector transporte (1A3), 28% y 28%, respectivamente. En menor medida, otras actividades como el consumo de combustibles fósiles en los sectores de manufactura e industria de la construcción (1A2) y otros (residencial, comercial y agrícola) (1A4), así como la producción de minerales (2A) y metales (2C), contribuyen en conjunto con el 32% de las emisiones totales de CO₂. El restante 1% lo conforman las emisiones fugitivas de metano por petróleo y gas (1B2), la industria química (2B) y la incineración de residuos (6C) (Figura II.16).

Como es de esperarse, el consumo de combustibles fósiles (1A) de la categoría energía, es el

principal generador de CO₂ en el país con 88% del total.

Emisiones de metano, CH₄

En 2002, las emisiones de CH₄ fueron de 6,803 Gg, lo que representa un incremento de 34% con respecto a 1990. Las principales fuentes de emisión corresponden a las subcategorías de emisiones fugitivas por petróleo y gas natural, en la categoría Energía, y la fermentación entérica, en la categoría Agricultura, con una contribución del 26% cada una. Le siguen las emisiones por la disposición de residuos en rellenos sanitarios con 24% y las emisiones del manejo y tratamiento de aguas residuales con 20% (Figura II.17). Por su parte, el cultivo de arroz de la categoría Agricultura muestra un decremento de 60% con respecto a 1990, originado por una disminución en la producción nacional y una mayor importación de granos básicos.

Las emisiones por disposición de residuos sólidos y las provenientes del manejo y tratamiento de aguas residuales tuvieron incrementos significativos entre 1990 y 2002, con 115% y 85%, respectivamente, originados por el impulso al mejor manejo de los residuos sólidos, en particular la disposición en rellenos sanitarios y al tratamiento de aguas residuales en nuestro país.

FIGURA II.15 EMISIONES DE CO₂ EQUIVALENTE POR PRODUCTO INTERNO BRUTO, 1990-2002.

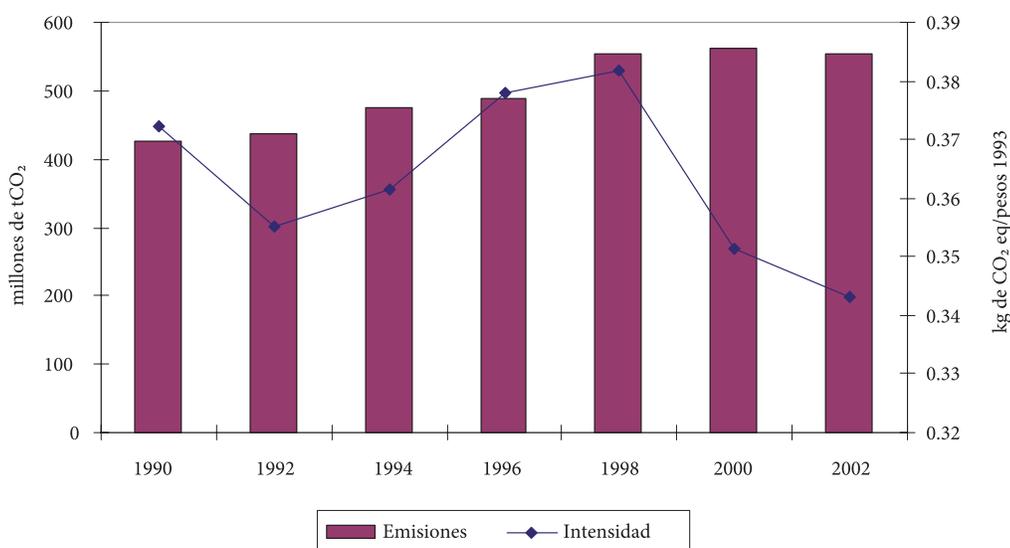


FIGURA II.16 EMISIONES EN MILLONES DE tCO₂ POR SECTOR, 1990-2002.

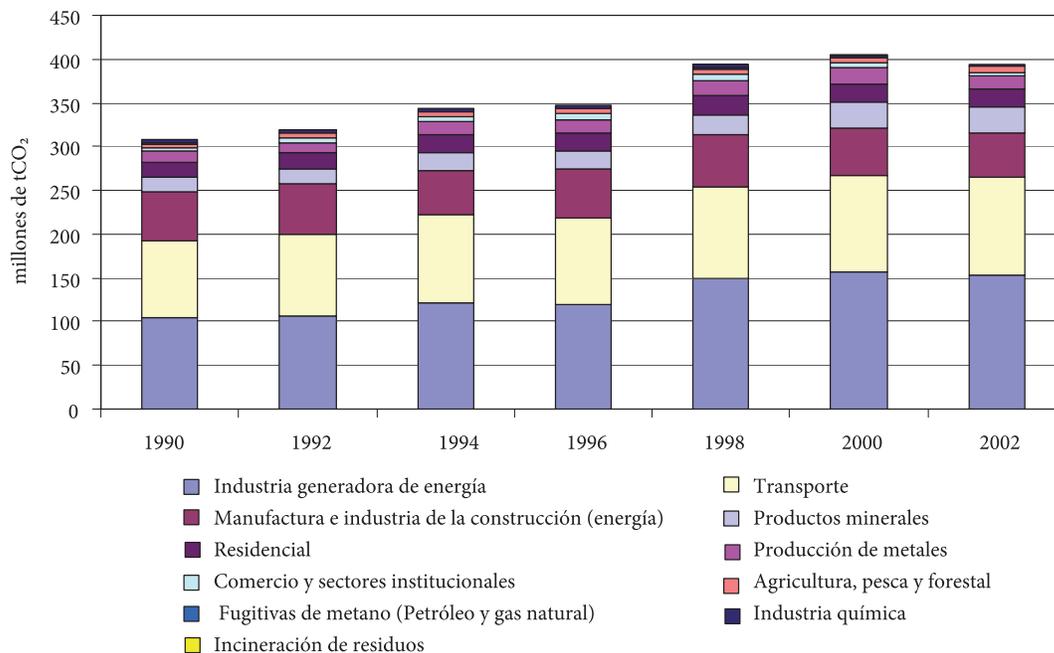
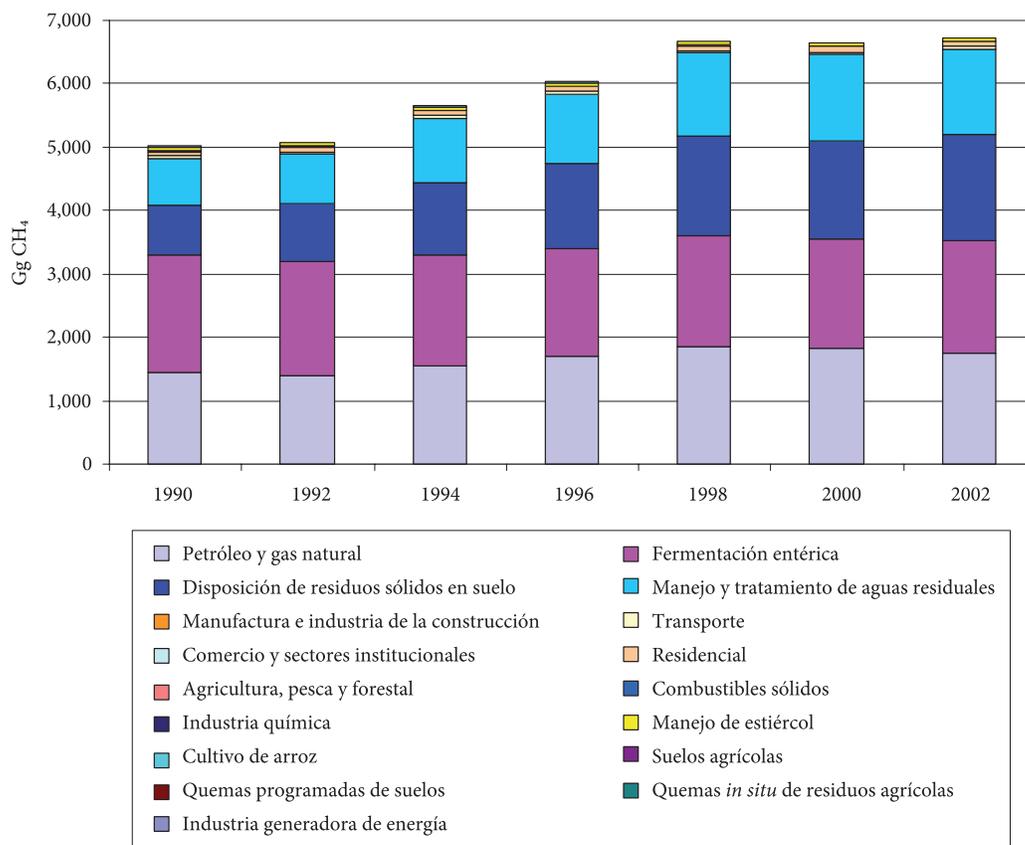


FIGURA II.17 EMISIONES EN Gg DE CH₄, 1990-2002.



Emisiones de óxido nitroso, N₂O

En 2002, las emisiones de N₂O fueron de 38.815 Gg, lo que representa un incremento de 16% con respecto a 1990. La principal contribución proviene de los suelos agrícolas, en la categoría Agricultura, que representa 62% de las emisiones en 2002. Le siguen el manejo y tratamiento de aguas residuales con 16% y el transporte con 14%.

Las emisiones por la incineración de residuos, a pesar de que representan sólo 0.04% de las emisiones de N₂O, crecieron 29 veces con respecto a 1990, derivadas del impulso al sector en años recientes (Figura II.18).

Emisiones de hidrofluorocarbonos, HFC

Las emisiones de HFC provienen de los equipos de refrigeración y aire acondicionado; y en 2002 fueron de 4,425 Gg en CO₂ equivalente, lo que representa un incremento de 109 veces respecto a 1992. Dicho incremento es un reflejo de un mayor uso de HFC en refrigeradores y aire acondicionado de industrias, viviendas y automóviles, en sustitución de los CFC controlados por el Protocolo de Montreal y cuyo uso está restringido en el mundo. El principal gas que se consumió fue el HFC-134a, el cual representa 92% de las emisiones en 2002 (Figura II.19).

Emisiones de perfluorocarbonos, PFC

Las emisiones de este gas provienen de la producción de aluminio de la categoría Procesos Industriales. Las emisiones fueron de 405 Gg en CO₂ equivalente en 2002, lo cual representa un decremento de 42% respecto a 1990, debido principalmente a la disminución en la producción de aluminio en el país. La principal emisión es de perfluorometanos, los cuales representan en promedio 88% de las emisiones (Figura II.20).

Emisiones de hexafluoruro de azufre, SF₆

Las emisiones de SF₆ para el periodo 1990-2002 se estimaron con base en el inventario de equipos eléctricos

del sistema de distribución de energía eléctrica de la CFE. En 2002, las emisiones fueron de 15 Gg en CO₂ equivalente, lo que representa un incremento de cinco veces 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 II.21).

Los datos obtenidos para la estimación de las emisiones de SF₆ únicamente muestran las adquisiciones de equipo eléctrico por parte de la CFE para el periodo 1990-2002, pero no dan cuenta del equipo que haya sido adquirido en años anteriores a 1990, ni detallan las unidades que se retiran del sistema cada año. Adicionalmente, los datos corresponden al equipo adquirido para el sistema de distribución eléctrica, pero no incluyen los casi 3,700 equipos adquiridos para el sistema de transmisión, u otros equipos del sistema de generación de electricidad, ya que no se tiene el desglose anual para el periodo contemplado. Las estimaciones no consideran la posible destrucción del gas, las fugas en el equipo o su reutilización en otros equipos, dado que esos datos se desconocen.

Información sobre los gases de efecto invernadero indirecto

La CMNUCC alienta a las Partes no incluidas en el Anexo I a informar sobre las emisiones antropogénicas de las emisiones de gases de efecto invernadero indirecto: monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (COVDM) y bióxido de azufre (SO₂).

Dado que los gases de efecto invernadero indirecto no poseen equivalencia en términos de CO₂, se reportan en unidades de Gg emitidas para cada gas. Por este motivo, no es posible compararlas con las emisiones de GEI.

Como se muestra en el Cuadro II.14 y en la Figura II.22, las emisiones de CO y SO₂ presentan una disminución de 21% y 3% entre 1990 y 2002, respectivamente. Las emisiones de NO_x aumentaron 14% y las de COVDM 8%.

FIGURA II.18 EMISIONES EN Gg DE N₂O, 1990-2002.

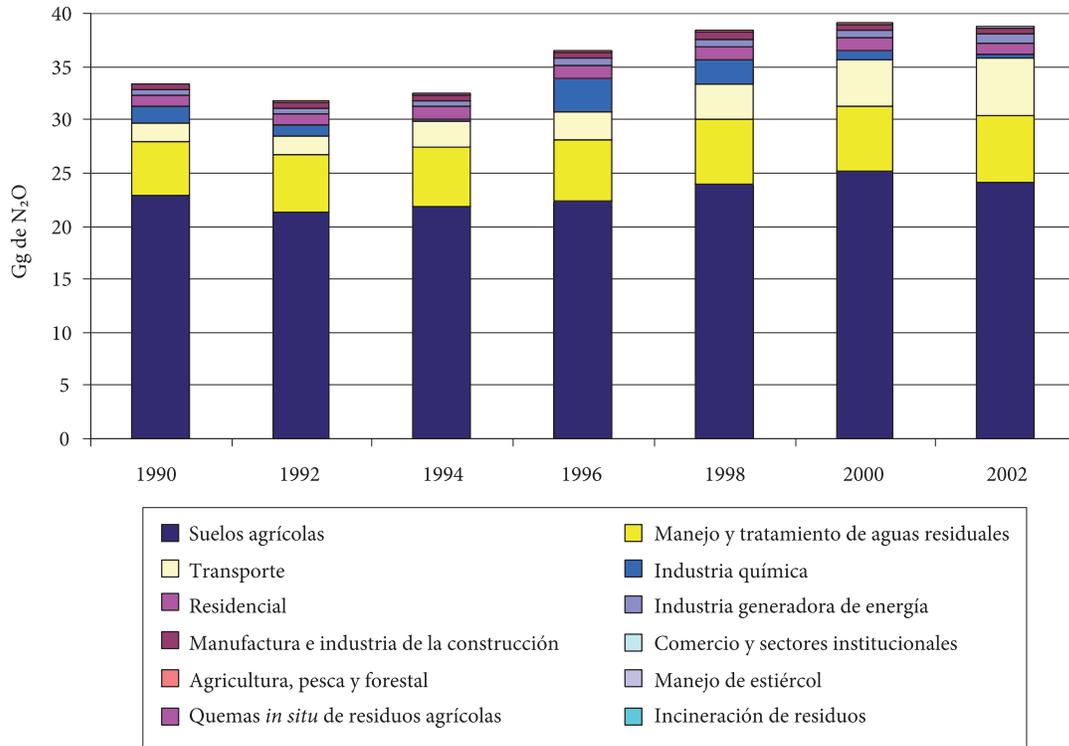


FIGURA II.19 EMISIONES DE HFC EN EQUIVALENTES DE CO₂, 1990-2002.

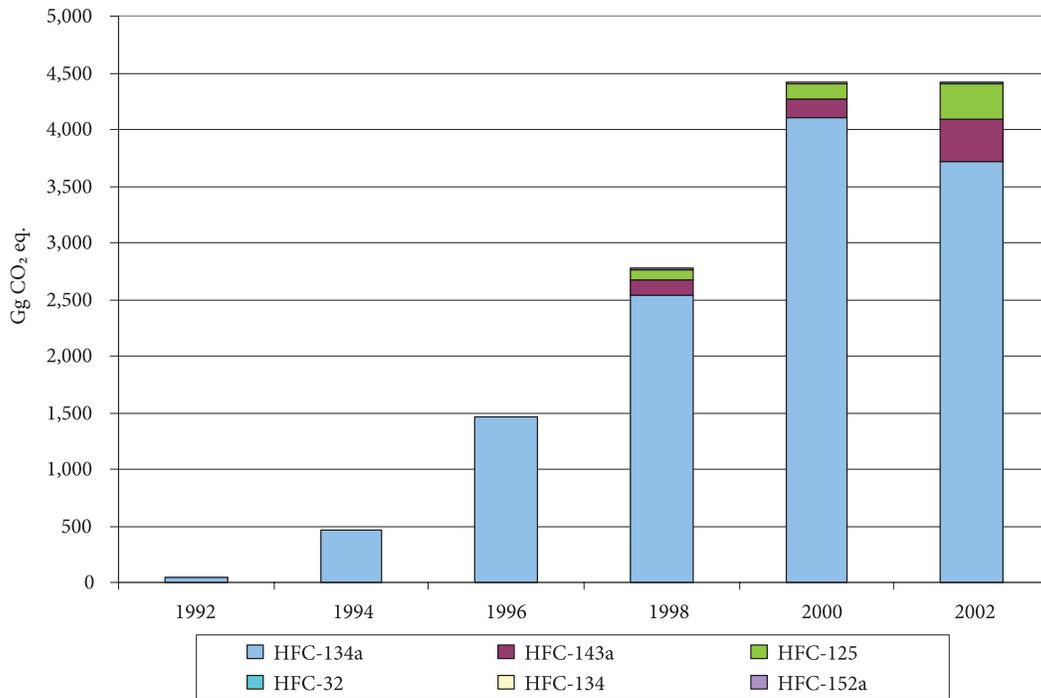


FIGURA II.20 EMISIONES DE PFC EN EQUIVALENTES DE CO₂, 1990-2002.

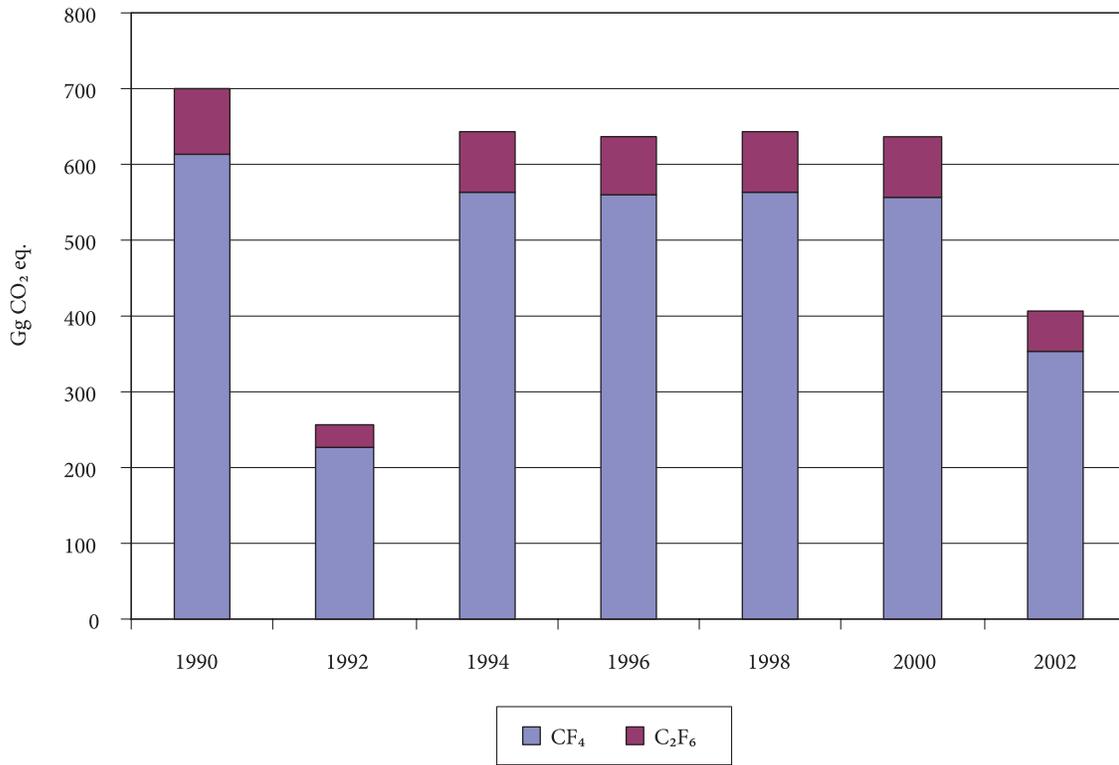
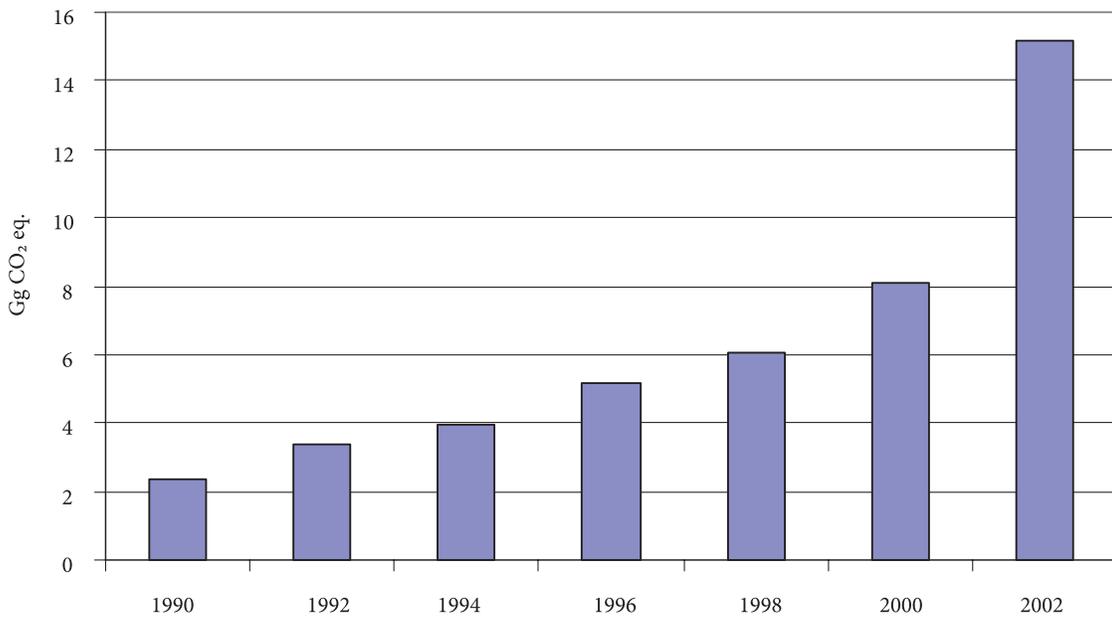


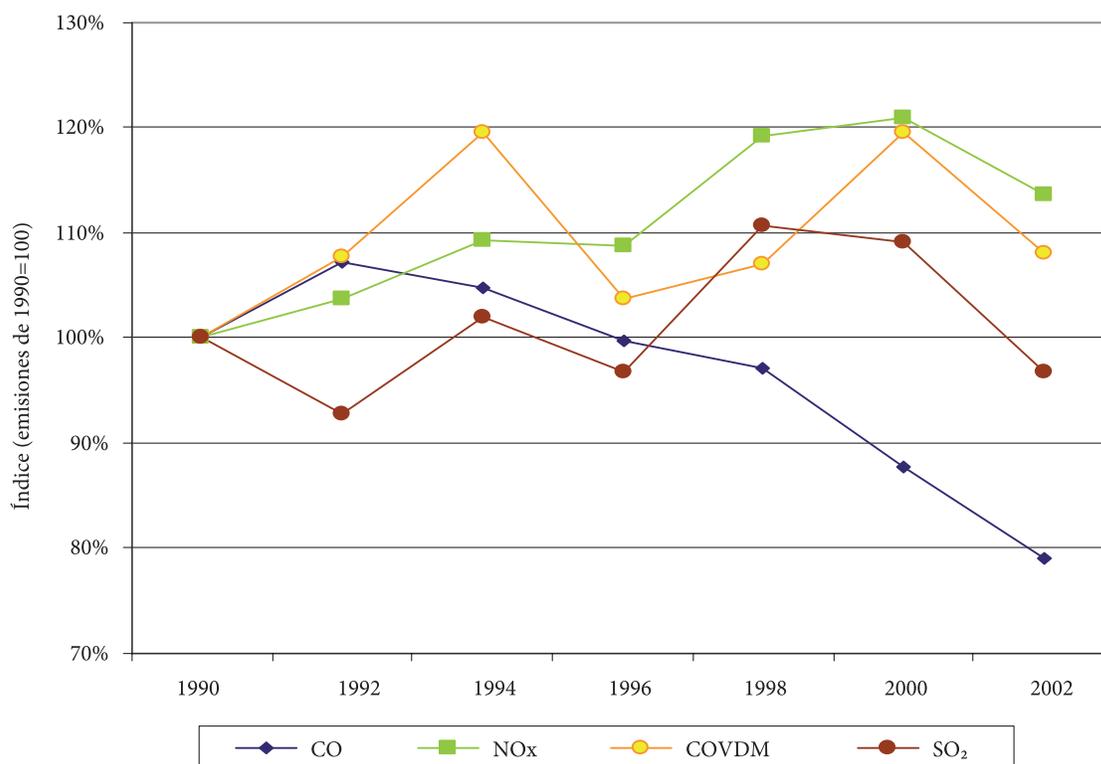
FIGURA II.21 EMISIONES DE SF₆ EN EQUIVALENTES DE CO₂ DE 1990 AL 2002.



CUADRO II. 14 EMISIONES EN Gg DE GASES DE EFECTO INVERNADERO INDIRECTO.

GAS DE EFECTO INVERNADERO INDIRECTO	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
CO	8,740.224	9,368.557	9,156.133	8,723.409	8,493.662	7,664.473	6,902.226
NOx	1,241.916	1,288.236	1,357.233	1,350.133	1,480.079	1,501.188	1,412.405
COVDM	1,461.709	1,574.162	1,747.699	1,516.207	1,564.972	1,748.744	1,579.915
SO ₂	2,697.432	2,501.492	2,750.202	2,612.574	2,985.017	2,945.017	2,612.912

FIGURA II.22 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO INDIRECTO, 1990-2002.



Método de Referencia y Sectorial

Las emisiones de CO₂ por consumo de combustibles [1A] de la categoría de Energía, estimadas con los métodos de Referencia y Sectorial, difieren en promedio 6% entre ambos métodos en cada uno de los años comprendidos entre 1990 y 2003. Lo anterior puede atribuirse al hecho de que el dato de consumo de energía usado en el método sectorial resulta ser inferior

al dato de consumo utilizado en el método de referencia.

En el método de referencia se usan datos sobre consumo de combustibles primarios y no se consideran las pérdidas por conversión de combustibles primarios a secundarios. En el método sectorial, se emplean datos de combustibles secundarios. La diferencia entre ambas estimaciones no es determinante y se considera que se realizaron correctamente (Cuadro II.15).

CUADRO II.15 COMPARACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ ESTIMADAS POR LOS MÉTODOS DE REFERENCIA Y SECTORIAL (Gg).

AÑO	MÉTODO SECTORIAL	MÉTODO DE REFERENCIA	DIFERENCIA	DIFERENCIA (%)
1990	276164	291486	15322	5.3%
1991	285488	302910	17422	5.8%
1992	287173	304390	17217	5.7%
1993	283835	303268	19433	6.4%
1994	304807	329679	24872	7.5%
1995	287499	312717	25218	8.1%
1996	306988	334093	27105	8.1%
1997	323860	346504	22644	6.5%
1998	347221	360342	13121	3.6%
1999	333039	350045	17006	4.9%
2000	352048	371370	19322	5.2%
2001	347372	371577	24205	6.5%
2002	345365	362397	17032	4.7%

CUADRO II. 16 CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN TRANSPORTE AÉREO Y MARÍTIMO INTERNACIONAL (PJ).

AÑO	QUEROSENO	DIESEL	COMBUSTÓLEO	TOTAL
1990	16.066	0.229	1.006	17.301
1991	15.526	0.576	0.853	16.955
1992	15.621	0.703	0.118	16.441
1993	14.891	0.584	0.086	15.560
1994	17.875	1.964	0.130	19.968
1995	17.592	1.111	0.068	18.772
1996	18.862	0.959	0.070	19.892
1997	20.632	0.755	0.051	21.438
1998	23.157	1.494	0.128	24.779
1999	23.791	2.020	0.409	26.221
2000	24.479	2.107	0.622	27.208
2001	21.358	1.563	0.342	23.263
2002	21.045	1.135	0.196	22.376

Emisiones del Transporte Internacional Aéreo y Marítimo

En esta parte del documento se presentan los datos referentes a los consumos de combustibles para el transporte aéreo y marítimo internacional. Aunque no es un requisito incluir esta información dentro del

inventario nacional de GEI, se indican aquí como referencia.

En el Cuadro II.16 se muestran los datos de consumo anual de combustibles para el transporte aéreo y marítimo internacional.

En el Cuadro II.17 se muestran las emisiones del transporte aéreo y marítimo internacional.

CUADRO II.17 EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO Y PRECURSORES DEL OZONO EN BUNKER INTERNACIONAL (Gg).

AÑO	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	NOx	CO	COVDM	SO ₂
1990	1229.620	0.188	0.031	7.855	7.610	2.232	2.157
1991	1205.350	0.201	0.030	7.950	8.031	2.303	2.015
1992	1166.090	0.184	0.030	7.086	7.082	2.109	0.647
1993	1103.290	0.184	0.028	6.576	6.876	2.041	0.393
1994	1419.020	0.214	0.034	9.684	9.164	2.609	0.559
1995	1331.870	0.200	0.034	8.311	8.009	2.372	0.388
1996	1410.770	0.214	0.036	8.606	8.396	2.511	0.405
1997	1519.640	0.222	0.039	8.730	8.532	2.589	0.390
1998	1758.350	0.236	0.045	10.959	9.899	2.969	0.582
1999	1862.940	0.240	0.047	12.384	10.763	3.163	1.118
2000	1933.950	0.248	0.048	13.086	11.308	3.302	1.519
2001	1652.120	0.217	0.042	10.791	9.493	2.817	0.951
2002	1587.640	0.218	0.041	9.807	8.970	2.702	0.669

Fuentes Clave

El análisis sobre las fuentes clave del INEGEI 1990-2002 se hizo siguiendo los lineamientos indicados en la sección 7 “Elección de la Metodología y Realización de Nuevos Cálculos” de la Guía de las Buenas Prácticas del PICC, particularmente en lo relativo a la evaluación por nivel y tendencia de las fuentes del inventario. En este análisis se excluyeron las categorías de emisión 3 y 5, que corresponden a “Solventes y uso de otros productos” y “Uso de Suelo, Cambio de uso de suelo y silvicultura” porque la misma metodología no los considera.

Debido a que no se cuenta con la estimación de incertidumbres para todas las categorías de cada sector, se optó por estimar las fuentes clave evaluando el nivel y la tendencia por el método básico. En la evaluación del nivel se determina la contribución que tienen las emisiones de cada una de las categorías y los sectores a las emisiones totales, mientras que en la evaluación de tendencia se determina la contribución general de las emisiones del inventario. Esta última evaluación permite identificar las fuentes que tienen una tendencia diferente de la tendencia general del inventario, multiplicado por el resultado de la evaluación por nivel para lograr una ponderación adecuada. Por lo tanto, una *categoría principal de fuente* será aquella cuya tendencia difiera significativamente de la tendencia total, ponderada por el nivel de emisiones de la correspondiente categoría de fuente. Se utilizó la ecuación 7.1 para evaluar el nivel y la ecuación 7.2 para la tendencia, descritas en la Guía de las Buenas Prácticas.

Para la evaluación de nivel, las categorías fueron agrupadas por tipo de gas (CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC, y SF_6) y ordenadas de mayor a menor magnitud con respecto a los valores de las emisiones en CO_2 equivalente para 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002. El siguiente paso fue calcular el nivel utilizando la ecuación 7.1 de las Guías de las Buenas Prácticas y determinar el total acumulativo para todas las fuentes consideradas. Las categorías principales de fuentes son aquellas que sumadas en orden descendente de magnitud componen más del 95% de las emisiones totales del inventario.

En el Cuadro II.18 se muestra la evaluación de fuentes clave por nivel para el año 2002. Durante todo el periodo 1990-2002, trece fuentes son las que llegan a acumular más del 95% de las emisiones; destacan las subcategorías del transporte, la producción de electricidad y manufactura e industria de la construcción como las tres más importantes, seguidas de la fermentación entérica, la refinación de petróleo, y las emisiones fugitivas del petróleo y gas natural. Siete de las trece fuentes pertenecen a la categoría de Energía.

Para la evaluación de la tendencia (Cuadro II.19), las fuentes seleccionadas se ordenaron en función del valor de las emisiones de CO_2 , CH_4 , N_2O , HFC, PFC, y SF_6 en CO_2 equivalente, correspondientes al año de la evaluación, es decir 1992, 1994, 1996, 1998, 2000 y 2002. Se estimó la tendencia con respecto al año base (1990) a excepción del HFC para el cual se tomó 1992 como año de referencia, dado que no existen datos de emisiones previos. El siguiente paso fue la estimación del porcentaje de contribución de cada sector a la tendencia y finalmente la estimación del total acumulado, tal como marca la metodología.

Los resultados indican que, dependiendo del año, el número de fuentes que contribuyen con más de 95% de la tendencia del inventario, varía entre 13 y 15 en el periodo 1992-2002. Las principales categorías en el periodo de análisis son la producción de electricidad y la manufactura e industria de la construcción; sin embargo, la disposición de residuos sólidos presenta una variación en tendencia la cual aumenta de 1992 a 1996 rápidamente y posteriormente cae a un tercer lugar en 2002. En cuanto a la fermentación entérica y la refinación del petróleo, éstas han ocupado entre el cuarto y sexto sitio en esta clasificación para todos los años analizados. El transporte por su lado, presenta un descenso por tendencia, pasando como primera categoría principal en 1992 a ocupar el quinto lugar en 1998 y hasta ocupar la posición número 12 en el 2002. Para las emisiones fugitivas de gas y petróleo, su variación por tendencia pasa de un sexto lugar en 1992 hasta ocupar el número 15 en 1998 para después subir a la posición 11 en el 2002. Para el periodo analizado, seis de las fuentes pertenecen a la categoría de Energía.

CUADRO II.18 EVALUACIÓN DE FUENTES CLAVE POR NIVEL PARA 2002.

A		B		C	D	E	F
2002				CO ₂ eq	Eq. CO ₂ eq		
CATEGORÍA DE FUENTE SEGÚN EL PICC	SECTOR	GASES DE EFECTO INVERNADERO DIRECTO	ESTIMACIÓN DEL AÑO BASE (Gg)	ESTIMACIÓN DEL AÑO EN CURSO (Gg)	EVALUACIÓN DEL NIVEL	TOTAL ACUMULADO DE LA COLUMNA E	
1A1a	Producción de electricidad	Energía	CO ₂	66719.168	115449.087	0.208664335	20.87%
1A3	Transporte	Energía	CO ₂	87784.474	111959.959	0.202358036	41.10%
1A2	Manufactura e industria de la construcción	Energía	CO ₂	56624.301	51025.368	0.092223982	50.32%
4A	Fermentación entérica	Agricultura	CH ₄	38802.615	37366.876	0.067537428	57.08%
1A1b	Refinación de petróleo	Energía	CO ₂	37987.856	37020.277	0.06691098	63.77%
1B2	Emisiones Fugitivas						
	Petróleo y gas natural	Energía	CH ₄	30564.730	36690.761	0.066315408	70.40%
6A	Disposición de residuos sólidos en suelo	Residuos	CH ₄	16294.383	34960.611	0.06318831	76.72%
2A	Productos minerales	Procesos Industriales	CO ₂	15402.296	30618.698	0.055340674	82.25%
6B	Manejo y tratamiento de aguas residuales	Residuos	CH ₄	15476.076	28566.615	0.05163171	87.42%
1A4b	Residencial	Energía	CO ₂	18343.169	19277.118	0.03484174	90.90%
2C	Producción de metales	Procesos Industriales	CO ₂	11792.283	15322.440	0.027693998	93.67%
4D	Suelos agrícolas	Agricultura	N ₂ O	7100.481	7449.319	0.013464006	95.02%
1A4c	Agricultura, pesca y forestal	Energía	CO ₂	4986.497	5883.832	0.010634522	96.08%

Es posible que esta distribución cambie de manera significativa si se incluyen las categorías de uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura. Sin embargo, un análisis completo de todas las fuentes permitirá en un futuro corroborar lo anterior.

En general, en el país no se dispone de mediciones directas de GEI emitidos por fuentes fijas y de área. Los sectores de la categoría Energía se identifican como fuente clave, sin embargo, no se tiene información desagregada de consumo de combustibles por tipo de tecnología por lo que la estimación de emisiones se realiza con un método de nivel 1. Por otra parte, se hace uso de factores de emisión por defecto al no existir factores de emisión propios del país o de la región. En el sector de generación de energía se trata de adecuar factores de emisión nacionales al tipo de tecnología existente en el país, pero no son suficientes para lograr una estimación de nivel 2; por tanto,

las emisiones de las subcategorías de fuentes fijas y de área se estiman con metodologías de nivel 1.

En el caso del sector Transporte [1A3], no es posible estimar los kilómetros recorridos por tipo de vehículo ni por tipo de tecnología; sin embargo, se emplean factores de emisión por tipo de combustible, en donde se ponderan los factores para vehículos sin y con convertidor catalítico de tres vías, en un esfuerzo por reflejar la incorporación de tecnología anticontaminante en los modelos más recientes del parque vehicular. Por tal motivo, las emisiones de este sector se estimaron con un método de nivel 1.

Las emisiones fugitivas [1B] se identifican como fuente clave, sin embargo, no se cuenta con información detallada sobre la infraestructura del sistema de gas natural y petróleo del país, ni con mediciones directas de las emisiones; tampoco se cuenta con factores de emisión nacionales para esta fuente clave por lo

CUADRO II. 19 EVALUACIÓN DE FUENTES CLAVE POR TENDENCIA PARA 2002.

A		B	C		D	E	F	G
2002			CO ₂ eq	Eq. CO ₂ eq				
CATEGORÍA DE FUENTE SEGÚN EL PICC	SECTOR	GASES DE EFECTO INVERNADERO DIRECTO	ESTIMACIÓN DEL AÑO BASE (Gg)	ESTIMACIÓN DEL AÑO EN CURSO (Gg)	EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA	% DE CONTRIBUCIÓN A LA TENDENCIA	TOTAL ACUMULATIVO DE LA COLUMNA F	
1A1a	Producción de electricidad	Energía	CO ₂	66719.168	115449.087	0.040	21.19%	21.19%
1A2	Manufactura e industria de la construcción	Energía	CO ₂	56624.301	51025.368	0.031	16.74%	37.93%
6A	Disposición de residuos sólidos en suelo	Residuos	CH ₄	16294.383	34960.611	0.019	10.18%	48.11%
4A	Fermentación entérica	Agricultura	CH ₄	38802.615	37366.876	0.018	9.70%	57.81%
1A1b	Refinación de petróleo	Energía	CO ₂	37987.856	37020.277	0.017	9.17%	66.98%
2A	Productos minerales	Procesos Industriales	CO ₂	15402.296	30618.698	0.015	7.83%	74.80%
6B	Manejo y tratamiento de aguas residuales Residencial	Residuos	CH ₄	15476.076	28566.615	0.012	6.24%	81.04%
		Energía	CO ₂	18343.169	19277.118	0.006	3.39%	84.43%
2F6	Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	Procesos Industriales	HFCs	40.352	4425.158	0.006	3.23%	87.67%
2B	Industria química	Procesos Industriales	CO ₂	3948.300	1128.000	0.006	2.96%	90.63%
1B2	Emisiones Fugitivas Petróleo y gas natural	Energía	CH ₄	30564.730	36690.761	0.004	2.27%	92.90%
1A3	Transporte	Energía	CO ₂	87784.474	111959.959	0.003	1.66%	94.56%
4D	Suelos agrícolas	Agricultura	N ₂ O	7100.481	7449.319	0.002	1.32%	95.88%

que finalmente las emisiones se estiman con factores de emisión por defecto del PICC y haciendo uso del método de nivel 1.

La subcategoría de emisión residuos sólidos [6A] se identifica como fuente clave, pero no es posible estimar las emisiones con un nivel metodológico diferente al método por defecto del PICC (nivel 1), porque no se cuenta con información histórica previa a 1990 sobre la disposición y manejo de residuos sólidos en el país ni de la composición de los residuos que fueron depositados en tiraderos más antiguos.

La subcategoría de aguas residuales [6B] también se identifica como una fuente clave; sin embargo, en el país no se tiene una caracterización completa o bien documentada de todas las fuentes de aguas residuales, ni parámetros nacionales que brinden datos generales sobre la operación y parámetros de las plantas de tra-

tamiento del país. En este caso, las emisiones se estimaron con una metodología de nivel 1.

Dentro de la categoría de Procesos Industriales [2], las subcategorías de productos minerales [2A], industria química [2B] y consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre [2F] fueron identificadas como fuentes clave. De manera general, la estimación de emisiones se realizó con la metodología de nivel 1 y únicamente fue posible el uso de una metodología de nivel 2 en la estimación de emisiones generadas por la producción de hierro y acero; el uso de un método de nivel 1 se deriva de las siguientes puntos específicos de los diferentes sectores estimados en la categoría de Procesos Industriales: a) producción de cemento (2A1): no se tienen los datos disponibles sobre producción de clínca en el país, ni el contenido de CaO en la clínca; b) producción de óxido e hidróxido

de calcio (2A2): se desconocen datos de la estructura de la cal producida en el país (contenido de agua en la cal hidratada); c) producción de aluminio (2C3): la información sobre el tipo de proceso empleado en la producción de aluminio no está disponible; d) equipos eléctricos e interruptores automáticos (2F6): no se dispone de información sobre recarga y destrucción de gas SF₆ en los equipos, el ciclo de vida de los equipos que contienen SF₆, la comercialización de gas SF₆ en el país, o la recuperación de SF₆ de equipos obsoletos, ni el detalle anual de los equipos con SF₆ adquiridos para la totalidad del sistema eléctrico nacional.

En la categoría Agricultura [4], la subcategoría de fermentación entérica [4A] se identificó como una fuente clave de emisión. En la estimación de emisiones se emplea una metodología de nivel 1, derivado de una falta de información en cuanto al peso promedio de cada tipo de ganado, el aumento en peso a lo largo del año, la ingesta y la situación de alimentación de cada tipo de ganado y la tasa de conversión a metano de la ingesta diaria.

De manera similar, la subcategoría de suelos agrícolas [4D] se identificó como una fuente clave. La estimación de emisiones se realizó con una metodología de nivel 1, dado que no se cuenta en el país con información propia sobre la fracción de nitrógeno proveniente de excreta animal que se emite como NO_x o amonio, o lo que es depositado en el suelo durante el pastoreo. Por tal motivo, se recurre a datos de actividad informados por agencias internacionales y a valores por defecto.

Como puede observarse, la disponibilidad de datos de actividad y de factores de emisión propios del país es la principal limitante en el uso de metodologías de nivel 2 o superior en la estimación de emisiones de GEI. Aun con el uso de metodología de nivel 1, en el INEGEI 1990-2002 se siguen las recomendaciones de las Guías de las Buenas Prácticas en cada estimación.

Nivel de Incertidumbre

De acuerdo con las Guías de Buenas Prácticas del PICC, la estimación de incertidumbres es un elemen-

to esencial de un inventario de emisiones completo. La estimación y reporte de las incertidumbres permiten priorizar los esfuerzos por mejorar la exactitud de los inventarios en el futuro, definir los temas específicos en los que es necesario realizar investigación para mejorar los atributos del inventario y orientar las decisiones sobre la elección de la metodología.

La incertidumbre puede estar asociada con la determinación de los factores de emisión, la vigilancia continua de emisiones, la extracción de factores de emisiones de fuentes publicadas o de los datos de actividad.

En el caso del INEGEI 1990-2002, las incertidumbres en el inventario están asociadas tanto a los factores de emisión elegidos para cada fuente como a los datos de actividad empleados en las estimaciones. Tal como lo sugieren las Guías de las Buenas Prácticas, no se consideran las incertidumbres asociadas a los valores de Potencial de Calentamiento Global, ni se estiman las mismas para los gases de efecto invernadero indirecto (CO, NO_x, SO₂, CO₂DM).

Para este inventario se utiliza la metodología del nivel 1 "Estimación de las incertidumbres por categoría de fuentes con supuestos simplificados", recomendado en el capítulo 6 de la Guía de las Buenas Prácticas del PICC. Con base en la metodología se calcularon los valores de incertidumbre asociados a las estimaciones anuales de emisiones y a su tendencia en el transcurso del tiempo.

Para ello se utilizó el cuadro 6.1 de las Guías de las Buenas Prácticas del PICC, cuyos resultados se presentan en el Cuadro II.20.

Los valores de incertidumbre presentados en el Cuadro II.20 contemplan las subcategorías y sectores para los cuales fue posible estimar de manera individual un valor de la incertidumbre para el año 2002, ya sea para el dato de actividad y/o para el factor de emisión. El total de las emisiones consideradas para el cálculo de los valores de incertidumbre representan el 96% de las emisiones totales del inventario.

De acuerdo con esta aproximación, se estima que el INEGEI 1990-2002, tiene una incertidumbre global de 7% y una incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones de 4%.

CUADRO II.20 INCERTIDUMBRE TOTAL DEL INVENTARIO Y POR CATEGORÍA.

CATEGORÍA	EMISIONES AÑO BASE 1990 (Gg)	EMISIONES AÑO 2002 (Gg)	INCERTIDUMBRE COMBINADA COMO % DEL TOTAL DE EMISIONES NACIONALES EN EL AÑO 2002	INCERTIDUMBRE INTRODUCIDA EN LA TENDENCIA EN LAS EMISIONES NACIONALES TOTALES
1 Energía	308,766.16	390,100.92	3.06	1.92
2 Procesos Industriales	23,973.00	31,486.00	0.62	0.06
4 Agricultura	47,426.51	46,146.16	1.74	2.20
5. USCUS	86,811.00	86,811.00	4.38	1.32
6 Desechos	31,770.90	63,527.65	3.31	1.92
Total Estimado	498,747.57	618,071.73	6.55*	3.74*
Emisiones totales	512,079.00	643,183.00	—	—

$$*\sqrt{\sum x^2}$$

En el análisis de incertidumbre se consideran dos resultados específicos: a) la incertidumbre combinada que aporta el sector o subcategoría con respecto a la incertidumbre total del inventario para el año 2002 y b) la incertidumbre que la subcategoría o sector aportan a la incertidumbre total en la tendencia de las emisiones nacionales totales. Con base en ambos resultados se obtiene lo siguiente:

En la categoría de energía [1], dentro de la subcategoría de emisiones fugitivas [1B], los sectores con mayor incertidumbre para el año 2002 son: a) las emisiones fugitivas en la producción de gas natural y b) las emisiones fugitivas en el venteo y combustión en quemadores. El segundo sector introduce un valor significativo en la incertidumbre de la tendencia de las emisiones totales derivado de la incertidumbre en sus datos de actividad.

En la categoría de agricultura [4], únicamente la subcategoría de fermentación entérica [4A] es la que presentó un valor alto de incertidumbre en 2002, así como en la incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones totales generada principalmente por la incertidumbre de los datos de actividad.

En la categoría de desechos [6], las subcategorías de residuos sólidos municipales [6A] y aguas residuales industriales [6B1] aportan la mayor incertidumbre tanto a la incertidumbre combinada del

total del inventario como a la incertidumbre introducida en la tendencia en las emisiones totales del inventario; en ambos casos, la incertidumbre de los factores de emisión son la causa de la magnitud introducida en la incertidumbre de la tendencia.

El análisis de incertidumbre indica las siguientes conclusiones:

- Se requiere trabajar más en la determinación de incertidumbre en aquellas subcategorías y sectores donde no fue posible estimar su valor en 2002. Las Guías de las Buenas Prácticas del PICC no brindan un valor por defecto de incertidumbre para estos sectores o subcategorías; tampoco existe un valor documentado a nivel nacional de la incertidumbre de los datos de actividad ni de los factores de emisión nacionales empleados en las estimaciones del INEGEI 1990-2002 y finalmente, en la literatura científica no se localizaron valores de incertidumbre para factores de emisión que pudieran ser empleados en el país.
- Para las subcategorías y sectores para los cuales sí fue posible estimar un valor de incertidumbre en 2002, también se requiere estimar factores de emisión nacionales con el fin de disminuir la incertidumbre asociada a los utilizados por defecto de las Directrices del PICC, como es el caso de la disposición de los residuos sólidos municipales y

el manejo y tratamiento de las aguas residuales industriales; de igual manera, es necesario contar con datos de actividad obtenidos mediante mediciones directas en los casos en que esto sea posible (procesos industriales, consumo de combustibles en manufactura e industria de la construcción); documentar estadísticas asociadas a los datos de actividad de tal forma que reflejen de manera más completa la situación del sector (fermentación en-térica, automotor); cuando existan, obtener datos de actividad con mayor nivel de desagregación, ya sea por tecnología, región, o alguna otra característica deseable (emisiones fugitivas en venteo y combustión en quemadores, consumo de SF₆ en generación, transmisión y distribución de energía eléctrica), todo esto con el fin de disminuir la incertidumbre introducida al total de las emisiones del inventario.

Comparación Internacional

Una forma de revisar la confiabilidad del inventario de emisiones de GEI es mediante un proceso de verificación. Las Guías de las Buenas Prácticas del PICC describen cinco técnicas como opciones de verificación de un inventario nacional de emisiones de GEI:

1. Revisiones de control de calidad.
2. Comparaciones con otros inventarios.
3. Comparaciones entre indicadores de intensidad.
4. Comparaciones con datos de concentraciones atmosféricas o mediciones de fuentes de emisión.
5. Estudios de modelación.

La aplicación de cualquiera de estas técnicas puede realizarse a nivel nacional o internacional, considerando la disponibilidad de datos, resultados y experiencia técnica en el país. De acuerdo a ello, las comparaciones pueden darse de la siguiente manera:

- Comparación con datos de emisiones nacionales preparados de manera independiente por otra organización o reportadas en la literatura científica nacional.

- Comparación de las emisiones nacionales con las emisiones de otros países reportadas en alguna publicación de dicho país.
- Comparación con mediciones atmosféricas locales, regionales o globales
- Comparación con publicaciones científicas internacionales

Con el fin de mejorar la confiabilidad del inventario y de mostrar la ubicación de México con respecto a otros países del mundo, se realizaron comparaciones del INEGEI 1990-2002 con datos de emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles estimados por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés). En las comparaciones se incluyeron indicadores de intensidad así como el valor del Índice de Desarrollo Humano para los países seleccionados. En la comparación se incluyeron datos de 124 países para los cuales la IEA estima las emisiones con base en los balances nacionales de energía. En el proceso de comparación, se identificó para cada país si es parte Anexo I o No Anexo I de la CMNUCC y se revisó si pertenece a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), organismo del cual México forma parte. Igualmente se señalaron los países de Latinoamérica y el Caribe y aquellos países que integran el Grupo de los 8 (G8).

Las emisiones globales de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles fueron de 24,221.63 millones de toneladas en el año 2003, según lo estima la IEA; esta cifra no incluye las emisiones provenientes de la aviación y la navegación internacionales (*bunkers* internacionales).

El Cuadro II.21 muestra un listado de 55 países que en conjunto emiten el 95% de las emisiones mundiales de CO₂ generadas por la quema de combustibles fósiles. Entre ese listado se encuentran 25 países Anexo I (AI) y 28 países No-Anexo I (NAI) de la CMNUCC; en ese mismo listado también se encuentran 23 países de los 30 que integran a la OCDE, la totalidad de los países del Grupo de los 8 (G8) así como los cinco países que participan como invitados en las reuniones del G8 (Brasil, China, India, México y Sudáfrica); solamente seis países de los

CUADRO II.21 PAÍSES QUE REPRESENTAN EL 95% DE LAS EMISIONES GLOBALES DE CO₂ GENERADAS EN LA QUEMA DE COMBUSTIBLES FÓSILES [1A], 2003.

	Mundo					24,221.63		49,315.00	6,268		0,741
	País					Emisiones CO ₂ (quemando combustibles fósiles)	Contribución a emisiones globales	PIB (PPP)	Población	PIB per capita (PPP)	Índice de Desarrollo Humano (IDH) 2003
		AI	NAI	LAC	G8+5	(Mt de CO ₂)	(%)	(miles de millones 2000\$)	(millones)	(2000\$)	
1	Estados Unidos					5728.53	23.650%	10,330.00	291.1	35,487.31	0.944
2	China					3719.44	15.356%	6,089.51	1,288.4	4,726.41	0.755
3	Rusia					1526.75	6.303%	1,250.62	143.4	8,719.38	0.795
4	Japón					1201.37	4.960%	3,399.28	127.6	26,635.95	0.943
5	India					1049.72	4.334%	2,907.78	1,064.4	2,731.85	0.602
6	Alemania					854.29	3.527%	2,085.37	82.5	25,271.09	0.930
7	Canadá					553.29	2.284%	923.61	31.6	29,200.44	0.949
8	Reino Unido					540.25	2.230%	1,599.95	59.4	26,944.26	0.939
9	Italia					453.36	1.872%	1,478.66	58.1	25,450.26	0.934
10	Corea del Sur					448.37	1.851%	879.97	47.9	18,359.48	0.901
11	Francia					389.55	1.608%	1,610.89	61.5	26,176.31	0.938
12	México					374.25	1.545%	914.92	102.7	8,907.80	0.814
13	República Islámica de Irán					348.94	1.441%	438.71	66.4	6,608.07	0.736
14	Australia					347.13	1.433%	566.18	20.0	28,294.85	0.955
15	Indonesia					318.08	1.313%	681.63	214.7	3,175.25	0.697
16	Sudáfrica					317.97	1.313%	447.91	45.8	9,773.29	0.658
17	España					313.24	1.293%	886.19	40.8	21,715.02	0.928
18	Arabia Saudita					306.46	1.265%	281.49	22.5	12,494.01	0.772
19	Brasil					302.85	1.250%	1,299.66	176.6	7,359.34	0.792
20	Ucrania					296.79	1.225%	250.85	48.4	5,187.14	0.766
21	Polonia					293.25	1.211%	423.03	38.2	11,074.08	0.858
22	Taipei (China)					245.21	1.012%	458.53	22.6	20,279.96	NE
23	Turquía					202.87	0.838%	485.73	70.8	6,860.59	0.750
24	Tailandia					188.39	0.778%	444.94	62.0	7,175.29	0.778
25	Holanda					184.69	0.763%	439.95	16.2	27,123.92	0.943
26	Kazajistán					152.18	0.628%	93.76	14.9	6,301.08	0.761
27	Argentina					123.57	0.510%	420.53	36.8	11,436.77	0.863
28	Malasia					122.80	0.507%	222.63	24.8	8,987.89	0.796
29	Egipto					122.22	0.505%	252.09	67.6	3,731.35	0.659
30	Uzbekistán					120.84	0.499%	42.17	25.6	1,647.91	0.694
31	Venezuela					120.21	0.496%	119.29	25.7	4,647.06	0.772
32	Bélgica					120.07	0.496%	276.92	10.4	26,703.95	0.945
33	República Checa					116.98	0.483%	161.73	10.2	15,855.88	0.874
34	Pakistán					103.45	0.427%	294.04	148.4	1,980.87	0.527
35	Emiratos Arabes Unidos					96.11	0.397%	74.68	4.0	18,485.15	0.849
36	Rumania					94.69	0.391%	149.48	21.7	6,875.80	0.792
37	Grecia					94.10	0.388%	200.77	11.0	18,285.06	0.912
38	Algeria					77.69	0.321%	183.64	31.8	5,769.40	0.722
39	Austria					74.70	0.308%	236.32	8.1	29,175.31	0.936
40	Finlandia					72.61	0.300%	140.20	5.2	26,909.79	0.941
41	Filipinas					70.49	0.291%	332.71	81.5	4,082.33	0.758
42	Irak					68.82	0.284%	22.12	24.7	895.55	NE
43	República Democrática Popular de Corea (Corea del Norte)					68.78	0.284%	30.78	22.6	1,361.34	NE
44	Israel					61.59	0.254%	126.57	6.7	18,919.28	0.915
45	Vietnam					60.64	0.250%	191.30	81.3	2,352.72	0.704
46	Portugal					58.93	0.243%	179.08	10.4	17,153.26	0.904
47	Kuwait					58.35	0.241%	40.86	2.4	17,025.00	0.844
48	Bielorusia					58.07	0.240%	56.50	9.9	5,718.62	0.786
49	Hungría					57.73	0.238%	135.92	10.1	13,417.57	0.862
50	Dinamarca					56.21	0.232%	156.75	5.4	29,081.63	0.941
51	Colombia					56.05	0.231%	282.27	44.6	6,331.76	0.785
52	Suecia					53.60	0.221%	249.71	9.0	27,869.42	0.949
53	Chile					52.93	0.219%	153.10	15.8	9,708.31	0.854
54	Nigeria					49.62	0.205%	135.32	136.5	991.65	0.453
55	Serbia and Montenegro					49.47	0.204%	20.30	8.1	2,506.17	NE

Fuentes de información:

Emisiones de CO₂: IEA, 2005. «Key World Energy Statistics».

PIB: UNDP, 2005. «Human Development Indicators».

Población: UNDP, 2005. «Human Development Indicators»

Índice de Desarrollo Humano (IDH): UNDP, 2005. «Human Development Indicators»

*Notaciones.- (NE) No Estimado; (AI) Anexo I; (NAI) No Anexo I; (LAC) Latinoamérica y el Caribe; (G8+5) Países del G8 más Brasil, China, India, México y Sudáfrica; (OCDE) Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.

55 enlistados son de la región de Latinoamérica y el Caribe (LAC).

De las emisiones globales de CO₂ de estos 55 países, el 56.7% son generadas por los países Anexo I, mientras que el 36.9% por países No-Anexo I. El restante 1.4% son generadas por otros países o regiones que por el momento no forman parte de la CMNUCC.

Los seis países de Latinoamérica y el Caribe mostrados en el listado generan únicamente el 4.2% de las emisiones globales de CO₂; estos países son Argentina, Brasil, Colombia, Chile, México y Venezuela.

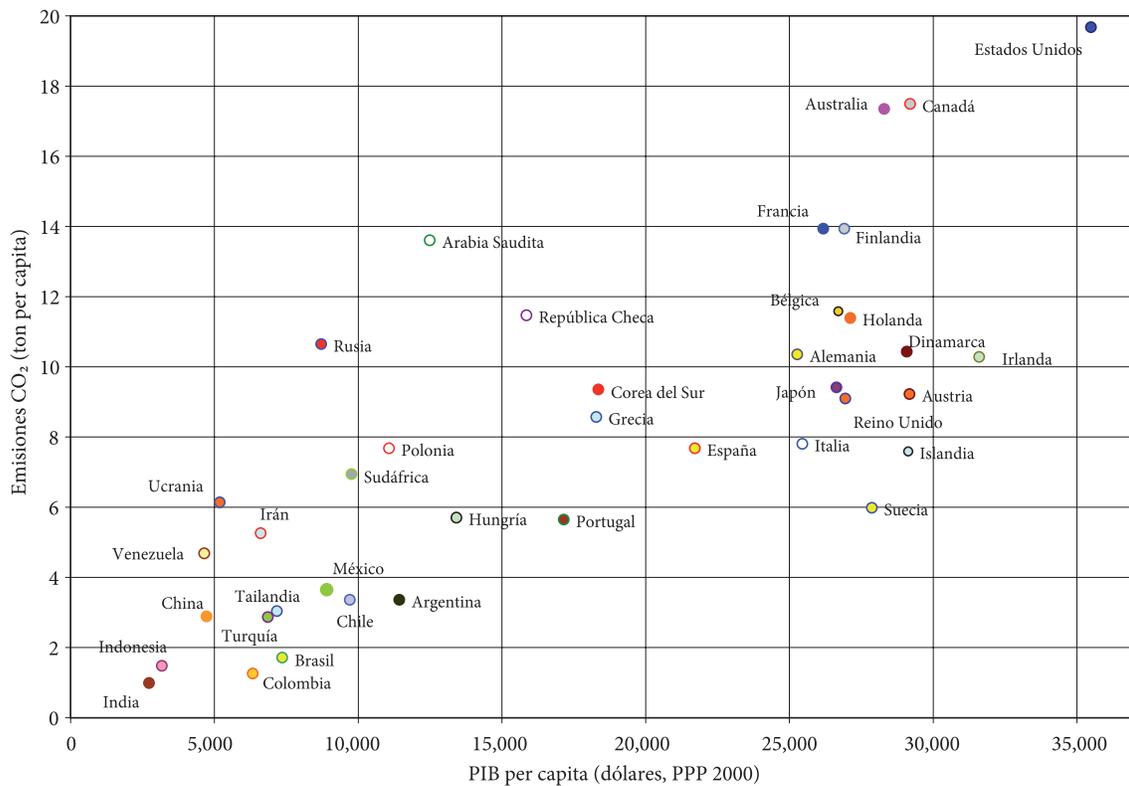
Los 13 países que se reúnen bajo el marco del G8+5 emiten el 70.2% de las emisiones globales de CO₂ generadas por quema de combustibles fósiles. En particular, los G8 generan 46.4% y los cinco países invitados, el 23.8% de las emisiones globales de CO₂.

Por su parte, los 23 países de la OCDE incluidos en el listado generan en conjunto el 51.9% de las emisiones globales de CO₂.

De acuerdo con las cifras reportadas por la IEA para el 2003, México ocupa el lugar 12 a nivel mundial en las emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles, con un total de 374.25 millones de toneladas de CO₂ o el 1.5% de las emisiones globales. En general, las estimaciones realizadas por la IEA para México varían aproximadamente en un 5% con respecto a las estimaciones realizadas en nuestro país con las Directrices del PICC y reportadas en el INEGI 2002.

La Figura II.23 muestra una comparación de las emisiones per capita de CO₂ y el PIB per capita de un grupo de 37 de los 55 países mostrados en el cuadro anterior. Los 37 países de la figura representan el 86% del PIB mundial y el 88% de las emisiones de CO₂ por quema de combustibles fósiles. En la figura se puede apreciar que aquellos países que gozan de un mayor nivel de ingreso per capita son aquellos que igualmente emiten una mayor cantidad de CO₂ por habitante por la quema de combustibles fósiles. Diversos facto-

FIGURA II. 23 COMPARACIÓN INTERNACIONAL DE EMISIONES CO₂ PER CAPITA VS. PIB PER CÁPITA, 2003.



res como el tipo de combustibles fósiles consumidos, el tipo y condiciones de la tecnología empleada, el tamaño de la población o las variaciones del clima a lo largo del año afectan el nivel de emisiones de cada país.

Como se muestra en la gráfica, un mayor nivel de ingreso generalmente se asocia a un mayor consumo de combustibles fósiles. A medida que la población puede satisfacer sus necesidades básicas (vivienda, alimentación, salud) y busca satisfacer necesidades secundarias, tiende a un mayor consumo de energía (que puede ser mediante quema de combustibles fósiles). Como lo indican estudios realizados por Goldemberg⁵ y Krugman, el consumo de energía igualmente guarda relación con el nivel de bienestar de la población de un país. El autor concluye que el consumo de 1 tonelada de petróleo equivalente por persona por año es el punto de quiebre entre lograr un mayor o menor nivel de bienestar (Goldemberg, 2001). Así, un mayor nivel de ingreso está asociado a un consumo de combustibles comerciales mientras que en las sociedades con menores niveles de ingreso se consumen combustibles tradicionales. Por consecuencia, las emisiones de CO₂ asociadas a la quema de combustibles fósiles difieren entre ambos tipos de países por la combinación en el tipo de combustibles utilizados.

El ingreso per capita, sin embargo, no es el único indicador para comparar el nivel de desarrollo y por tanto de emisiones, de los países. Una comparación relevante es la incorporación del Índice de Desarrollo Humano (IDH), generado anualmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). El IDH 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) el ingreso per capita.

Como se muestra en las Figuras II.24 a II.26, un mayor nivel de desarrollo humano está asociado con un mayor nivel de emisiones per capita. En aquellos países donde existe una mayor dependencia de combustibles tradicionales (como la biomasa) el nivel de desarrollo humano es menor y al mismo tiempo, el nivel de emisiones; por otro lado, en los países donde de manera preponderante existe un consumo de combustibles comerciales se emiten mayores emisiones de CO₂ y existe un nivel de desarrollo humano más alto.

En los últimos cinco años, México se presenta como un país que recién se integra a un nivel de desarrollo humano alto; sin embargo, el nivel de ingreso y de emisiones per capita guarda más parecido con países cuyo nivel de desarrollo humano es medio, como se puede apreciar en las Figuras II.23 a II.26. De acuerdo con los datos del Índice de Desarrollo Humano 2005 y a las estimaciones de la IEA, México se ubica en el lugar 53 del mundo en términos de desarrollo humano, en el lugar 51 en ingreso per capita y en el puesto 67 en emisiones de CO₂ per capita por quema de combustibles fósiles.

Los esfuerzos del país hacia una mejora en la intensidad energética y el cambio en el uso de combustibles, han logrado disminuir la intensidad de emisiones de los GEI. Como se muestra en la Figura II.13, aunque la economía ha crecido a una tasa promedio de 3.1% anual entre 1990 y 2002, las emisiones muestran un crecimiento de 2.2%, lo cual es indicio de desacoplamiento con respecto a la actividad económica en el país.

⁵ Goldemberg, J. (2001). "Energy and human well-being". Disponible en <http://hdr.undp.org/publications/papers.cfm>

Krugman, H., Goldemberg, J. (1983). "The energy cost of satisfying basic human needs". *Technological Forecasting and Social Change*. Vol 24, Issue 1, pág. 45-60.

FIGURA II.24 COMPARACIÓN INTERNACIONAL DE EMISIONES CO₂ PER CAPITA VS. IDH.

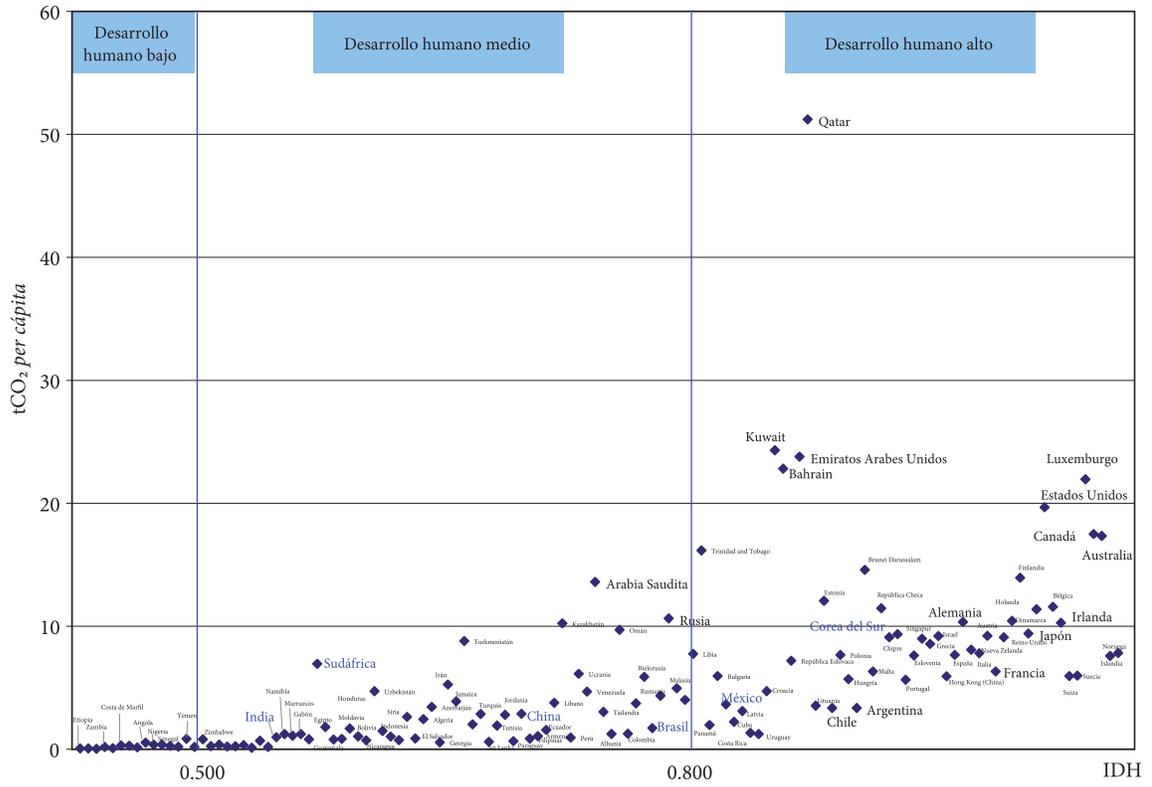
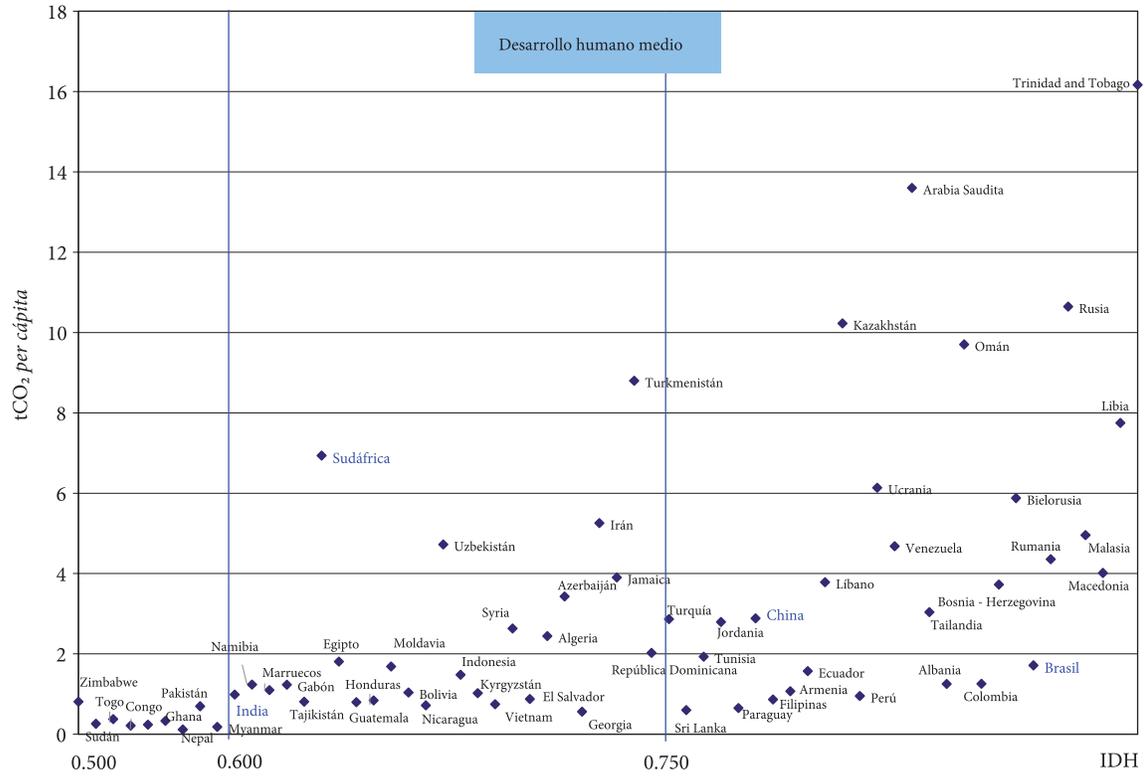


FIGURA II.26 COMPARACIÓN INTERNACIONAL DE EMISIONES CO₂ PER CAPITA VS. IDH MEDIO.



Fuentes de información:

Emisiones de CO₂: IEA, 2005. «Key World Energy Statistics».

PIB: UNDP, 2005. «Human Development Indicators».

Población: UNDP, 2005. «Human Development Indicators»

Indice de Desarrollo Humano (IDH): UNDP, 2005. «Human Development Indicators»

III. Arreglos Institucionales para aplicar la Convención

A continuación se mencionan los arreglos institucionales vigentes para la preparación de Comunicaciones Nacionales de forma continua.

La Administración Pública Federal está constituida por dieciocho Secretarías de Estado (Presidencia, 2006c). Los documentos rectores que establecen las políticas gubernamentales de México son el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y los planes sectoriales de cada Secretaría.

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) es responsable de conducir la política nacional en materia de medio ambiente y está integrada por los siguientes órganos descentralizados: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) y Comisión Nacional Forestal (CONAFOR); y de los siguientes órganos desconcentrados: Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP); Comisión Nacional del Agua (CONAGUA); Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO); Procuraduría Federal de Protección

al Ambiente (PROFEPA); e Instituto Nacional de Ecología (INE)

Para dar cumplimiento a la política en materia de cambio climático, la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT cuenta con la Dirección General Adjunta para Proyectos de Cambio Climático, encargada de promover y facilitar el desarrollo de proyectos para un Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el país. Por su parte, la Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales (UCAI) de esta Secretaría, tiene entre sus atribuciones la promoción, la organización y la coordinación de la participación de la Secretaría y de sus órganos desconcentrados en reuniones o foros de carácter internacional, en coordinación con la Secretaría de Relaciones Exteriores.

En el Diario Oficial de la Federación del 25 de abril del 2005, aparece el acuerdo por el que se crea con carácter permanente la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), con el objeto de coordinar, en el ámbito de sus respectivas competencias, las

acciones de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones 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 en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en la materia y los demás instrumentos derivados de la misma.

La Comisión tiene también por objeto identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso, aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero en México, en términos del protocolo de Kioto, así como de otros instrumentos tendientes al mismo objetivo.

Los integrantes de la Comisión son los titulares de las Secretarías de Relaciones Exteriores; Desarrollo Social; Medio Ambiente y Recursos Naturales; Energía; Economía; Agricultura, Ganadería, Desarrollo

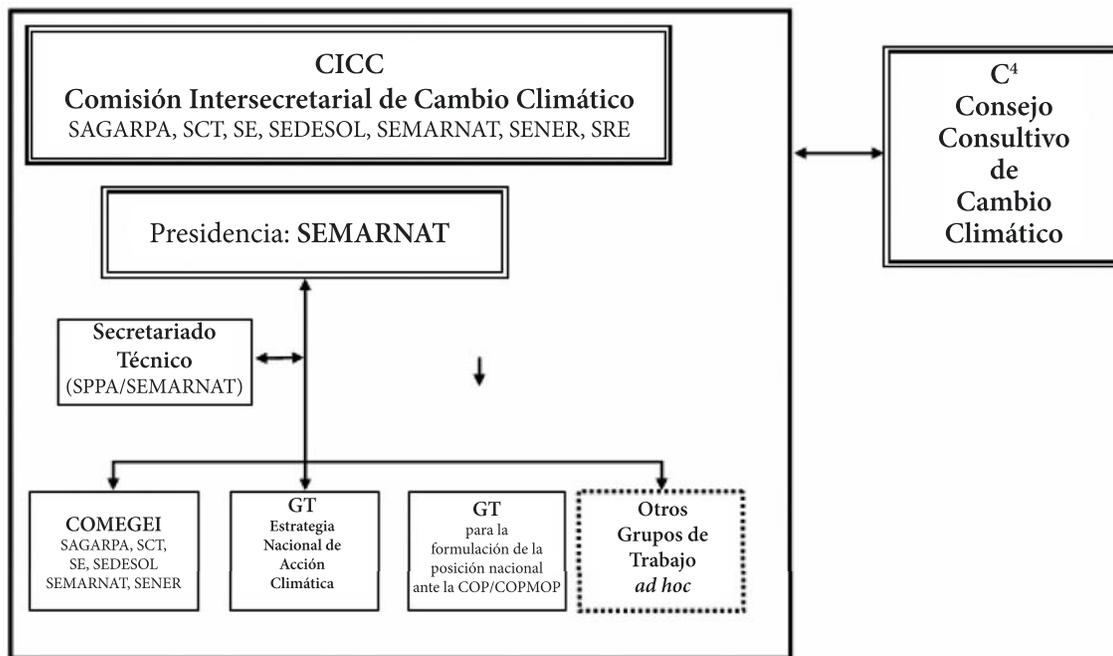
Rural, Pesca y Alimentación; y Comunicaciones y Transportes. La Secretaría de Hacienda y Crédito Público participa como invitada.

La Comisión puede solicitar a otras dependencias y entidades gubernamentales a que participen de manera permanente o temporal en sus trabajos cuando se aborden temas relacionados con su ámbito de competencia u objeto.

Entre las principales atribuciones de la Comisión se encuentran las siguientes:

- I. Formular y someter a consideración del Presidente de la República, las políticas y estrategias nacionales de cambio climático, para su incorporación en los programas y acciones sectoriales correspondientes:
- II. Promover y coordinar la instrumentación de las estrategias nacionales de acción climática y coordinar su instrumentación en los respectivos ámbitos de competencia de las dependencias y entidades federales e informar de manera periódica al Presidente de la República de los avances en la materia.

FIGURA III.1 ESTRUCTURA DE LA COMISIÓN INTERSECRETARIAL DE CAMBIO CLIMÁTICO.



- III. Promover la realización y actualización permanente de las acciones necesarias para cumplir con los objetivos y compromisos contenidos en la CMNUCC, y demás instrumentos derivados de la misma.
- IV. Fungir como Autoridad Nacional Designada para los fines relacionados a la CMNUCC y su Protocolo de Kioto con el Mecanismo de Desarrollo Limpio.
- V. Formular la posición nacional a adoptar ante los foros y organismos internacionales pertinentes, así como intercambiar comunicaciones con el Secretariado de la CMNUCC a través de la Secretaría de Relaciones Exteriores.
- VI. Promover ante las instancias pertinentes, la actualización, el desarrollo y la integración del marco jurídico nacional en materia de prevención y mitigación del cambio climático, así como de la adaptación al mismo.

La presidencia de la Comisión recae de manera permanente en el Titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Los integrantes de la Comisión podrán designar a sus respectivos suplentes.

La Comisión cuenta con un grupo de trabajo permanente denominado Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto Invernadero, que está encargado de promover, difundir y evaluar proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio, y en su caso, asesorar al Presidente de la Comisión sobre la expedición de carta de aprobación requeridas para hacer constar la participación voluntaria de los involucrados en proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio y su contribución al desarrollo sustentable de México, exclusivamente para los fines previstos en el Artículo 12 del Protocolo de Kioto.

En el mismo acuerdo se menciona la creación del Consejo Consultivo de Cambio Climático como organismo de consulta de la Comisión, el cual se integra por un mínimo de quince personas provenientes de los sectores social, privado y académico, con reconocidos méritos y experiencia en temas de cambio climático,

que serán designados por el Presidente de la Comisión a propuesta de sus integrantes. Se debe garantizar el equilibrio en la representación de los sectores e intereses respectivos.

Los miembros del Consejo Consultivo ejercen sus funciones de manera honorífica y a título personal, con independencia de la institución, empresa u organización de la que forman parte o en la cual presten sus servicios. Pueden durar en su cargo un periodo de 4 años, con posibilidad de reelección una sola vez. El 11 de octubre de 2005 se constituyó el Consejo, con veintidós especialistas relacionados con los ámbitos de competencia de las siete Secretarías que participan en la Comisión.

Por su parte, la política conducida por la Secretaría de Energía (SENER), para complementar el mandato del Gobierno de México en materia de cambio climático está sustentada por diferentes líneas de acción asociadas con la innovación de procesos relacionados con el uso de la energía, eficiencia en el uso de los combustibles fósiles, así como la promoción e implementación de proyectos de aprovechamiento de energías renovables. Asimismo, la SENER creó en febrero del 2005, mediante la firma de un Convenio de Colaboración, el Comité de Cambio Climático del Sector Energía. Este Comité integra la visión del Sector energético en su conjunto y tiene el objetivo de consolidarse como el mecanismo de coordinación para el seguimiento, análisis y definición de políticas y actividades relacionadas con Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio en el Sector Energía. También tiene como objetivo consolidarse como el mecanismo de coordinación con la SEMARNAT.

El comité es presidido por la Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico y en él participan representantes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Petróleos Mexicanos (PEMEX), Luz y Fuerza del Centro (LyFC); la Comisión Reguladora de Energía (CRE); la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE); el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE); el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP); y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).

Elaboración de Comunicaciones Nacionales

En materia de coordinación de los trabajos para la elaboración de los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y de las Comunicaciones Nacionales, es el Instituto Nacional de Ecología (INE) quien tiene esta atribución. Para esto cuenta con la Coordinación del Programa de Cambio Climático, cuya misión es planificar y coordinar investigaciones y proyectos sobre el cambio climático en México, con el fin de asegurar el cumplimiento de compromisos establecidos en el Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006 y en los Programas Sectoriales e Institucionales 2001-2006 y con los adquiridos ante la CMNUCC, como Parte No Anexo I de la Convención. Entre los objetivos de la Coordinación se encuentran los siguientes:

1. Actualizar el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI), por fuentes y sumideros.
2. Elaborar Comunicaciones Nacionales ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
3. Realizar estudios metodológicos para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en los sectores energético y forestal.
4. Realizar estudios sobre la evaluación de la variabilidad climática y el cambio climático.
5. Efectuar estudios metodológicos para la evaluación de la vulnerabilidad y de las opciones de adaptación al cambio climático.
6. Desarrollar escenarios de emisiones futuras.
7. Efectuar estudios sobre beneficios para la salud humana como resultado de reducir emisiones de contaminantes locales y globales en las ciudades, y promover el desarrollo de tecnologías más limpias.
8. Dar asesoría científico-técnica a los tomadores de decisión; y a los representantes de las Delegaciones de México en las reuniones internacionales.
9. Elaborar materiales científico-técnicos y educativos, así como los que corresponden a la concientización del público en general en materia de cambio climático.
10. Mantener informados a los medios de comunicación.

La Coordinación está integrada por una dirección de área; dos subdirecciones, la de Métodos y Estudios para la Mitigación del Cambio Climático en el Sector Energía y la de Estudios sobre Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático y Co-Beneficios Locales y Globales, así como por seis jefaturas de departamento.

En la elaboración de Comunicaciones Nacionales participan científicos y técnicos de institutos y centros de investigación públicos y privados del país; funcionarios de dependencias gubernamentales, personal del sector privado y de organismos no-gubernamentales. Desde la elaboración de la Primera Comunicación se formaron grupos multidisciplinarios de trabajo de expertos en inventarios; en mitigación; y en evaluación de la vulnerabilidad y de las opciones de adaptación al cambio climático. Dichos grupos también colaboraron con la realización de investigaciones para las Segunda y Tercera Comunicaciones Nacionales. Con lo anterior se ha garantizado la continuidad y el fortalecimiento de los recursos humanos y capacidades nacionales en materia de cambio climático. Algunos de los científicos y técnicos que colaboran en el proceso de elaboración de comunicaciones nacionales también participan en grupos de trabajo para la elaboración del Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático.

En este proceso se ha recibido valiosa cooperación norte/sur y a la vez se ha continuado la sur/sur con algunos países de Centroamérica.

IV. Programas que comprenden medidas para facilitar la adecuada adaptación al cambio climático

Introducción

El Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (PICC), define *vulnerabilidad* como el grado al que un sistema es susceptible o incapaz de enfrentarse a efectos adversos de este fenómeno, incluidas la variabilidad y los extremos del clima (IPCC, 2001). La vulnerabilidad es función del carácter, magnitud y rapidez del cambio climático y de la variación a la que un sistema está expuesto, de su sensibilidad y de su capacidad de adaptación. Por ello, la *capacidad de adaptación*, definida como la habilidad de un sistema para ajustarse al cambio climático (incluida la variabilidad del clima y sus extremos) para moderar daños posibles, aprovecharse de oportunidades o enfrentarse a las consecuencias, será el mecanismo para reducir la vulnerabilidad. Siguiendo estos conceptos, el riesgo climático depende de la intensidad y frecuencia de la amenaza (por ejemplo, huracanes o sequía), pero tam-

bién de la vulnerabilidad, es decir, la medida en que los sectores pueden ser afectados.

La vulnerabilidad de un país ante condiciones extremas en el clima, está en relación con:

1. la difusión y comprensión de la información climática,
2. la capacidad técnica para aplicar medidas preventivas, y
3. la disponibilidad de recursos financieros para aplicar esas medidas.

En cualquier iniciativa encaminada a la adaptación es necesario siempre preguntarse: ¿quién es vulnerable?, ¿a qué es vulnerable? y ¿por qué es vulnerable? De esta forma, la respuesta práctica a la pregunta “¿adaptarse a qué?”, requiere de “enfocar la labor hacia aquellas medidas y políticas que pueden ser utilizadas para reducir la vulnerabilidad al clima”.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) reconoce la necesidad de adaptarse al cambio climático, y especifica que la asistencia estaría disponible para “Los países en desarrollo que son particularmente vulnerables a los efectos adversos del cambio climático, al hacer frente a los costos de adaptación a estos efectos adversos.” El reto de adaptación al cambio climático es entender y caracterizar la vulnerabilidad, mientras se asegura que las medidas y políticas de adaptación tomadas son compatibles con las metas del desarrollo sustentable. La adaptación debe ser económicamente eficiente y las opciones de adaptación deben ser diseñadas para contribuir al máximo a los objetivos del bienestar económico nacional. La adaptación también debe ayudar a avanzar en las metas sociales y debe ser ambientalmente sustentable.

México es un país particularmente vulnerable a extremos del clima. Los eventos El Niño o La Niña, así como condiciones hidrometeorológicas extremas han causado graves daños y desastres en diversos sectores socioeconómicos del país. El trabajo reciente para caracterizar la vulnerabilidad a la variabilidad y el cambio climático, generando capacidad para entender el fenómeno, discutirlo interdisciplinariamente y con actores clave, así como llegar a propuestas de adaptación, representa un avance notable de México en el contexto nacional e internacional. En el presente capítulo se describen los estudios nacionales recientes que en la materia se desarrollaron. Es de esperar que en un futuro cercano, la capacidad adquirida conduzca a diseñar una Estrategia Nacional de Adaptación al Cambio Climático, que garantice las metas de desarrollo sustentable del país.

Escenarios de cambio climático para México

INE/Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA-UNAM)

Proyectar el futuro en cualquier aspecto de la vida tiene en mayor o menor grado una cierta incertidumbre asociada. En el caso del cambio climático, por

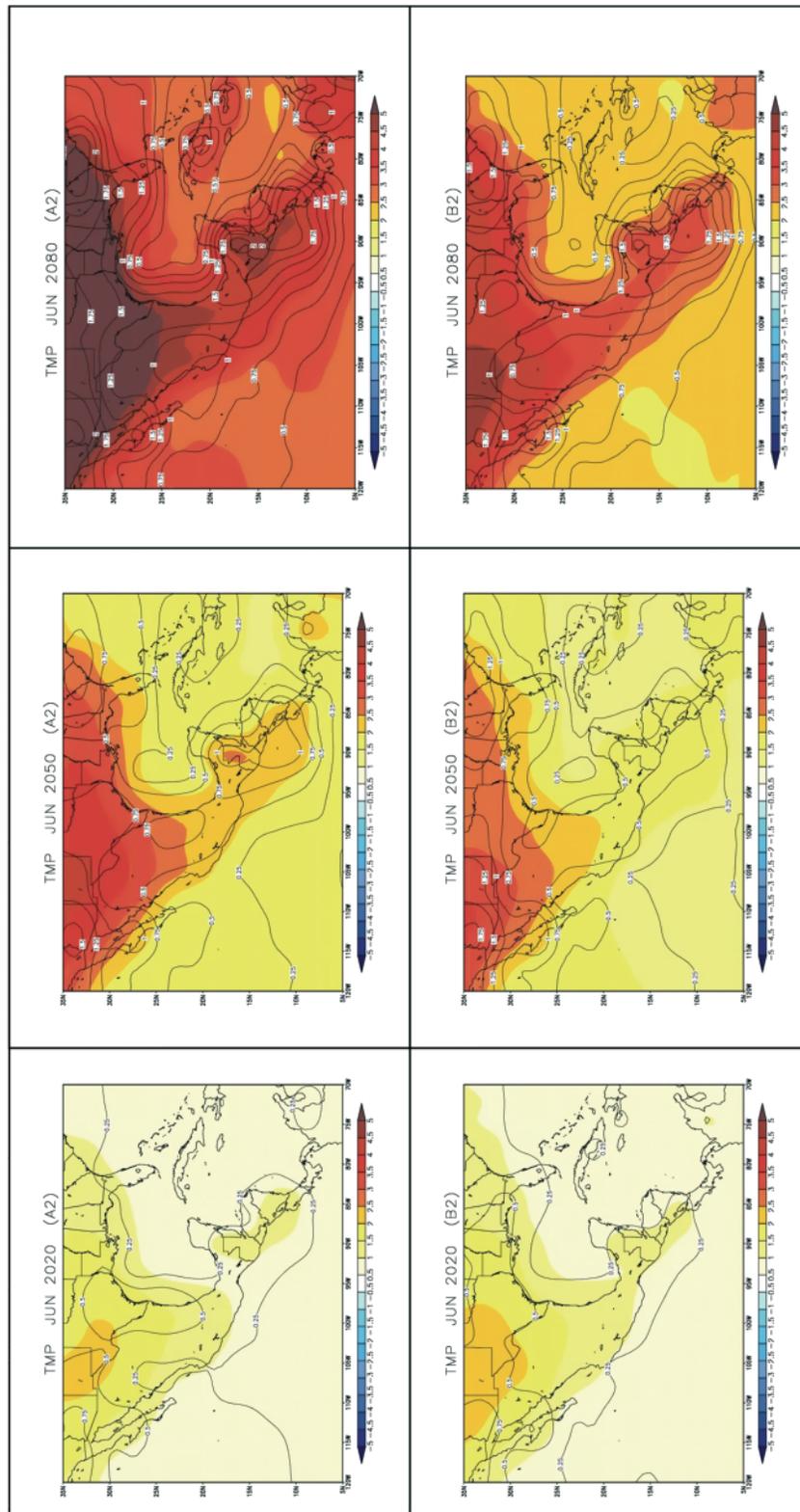
ejemplo, prácticamente no hay duda de que el mundo experimentará temperaturas más elevadas y un ciclo hidrológico más intenso y cambiante. Sin embargo, aun es materia de estudio la magnitud de tales cambios o los impactos específicos que una región experimentará, pues ello depende de factores tanto físicos como socioeconómicos. Es por ello que al generar escenarios del clima futuro se tienen que considerar modelos integrados, que contemplen tanto la generación futura de gases de efecto invernadero, producto del desarrollo socioeconómico global, como la respuesta del clima del planeta al forzamiento radiativo resultante. El PICC ha proyectado diversos escenarios de emisiones y concentraciones de gases de efecto invernadero para estimar los cambios en el clima del planeta. A esta serie de escenarios de emisiones se les conoce como Informes Especiales sobre Escenarios de Emisiones (SRES, por sus siglas en inglés) (IPCC, 2000) y se basan en diversas hipótesis sobre el desarrollo socioeconómico del planeta. De manera simple, los escenarios de emisiones se pueden clasificar por familias, como sigue:

Emisiones Altas	A1B
Emisiones Media-Alta	A2
Emisiones Media-Baja	B2
Emisiones bajas	B1

En México se usaron diversos modelos del clima de los grandes centros de pronóstico meteorológico del mundo y se generaron escenarios del clima futuro para cada uno de los SRES. Una climatología se construye utilizando en promedio las condiciones en treinta años. Por ello, ha sido costumbre analizar los periodos 2010-2039, 2040-2069 y 2070-2099, refiriéndose a cada uno de ellos como: climatologías del 2020, 2050 y 2080.

Si se considera un ensamble de las proyecciones de los Modelos de Circulación General (MCG), y la dispersión entre las proyecciones de temperatura y precipitación para los climas 2020, 2050 y 2080, se encuentra que en general el clima de México será más cálido (2-4 °C) alrededor del 2050 (Figura IV.1). Los resultados indican que la parte más continental del norte de México será la que experimente mayores incrementos de temperatura. Durante las primeras

FIGURA IV.1 ESCENARIOS DE CAMBIO EN TEMPERATURA DE SUPERFICIE (°C) PARA JUNIO, EN EL CLIMA DE 2020, 2050 Y 2080, PARA ESCENARIOS DE EMISIONES A2 (PARTE SUPERIOR) Y B2 (PARTE INFERIOR), DE ACUERDO CON DIVERSAS PROYECCIONES DE MCG.



Los colores corresponden al promedio de temperatura proyectado y las líneas a la dispersión (desviación estándar) entre las proyecciones.

décadas del siglo XXI no se distinguen marcadas diferencias si las emisiones siguen el escenario A2 o el B2. Pero después del clima de 2050 las diferencias serán más marcadas. De ahí la importancia en promover estrategias globales de mitigación (INE, 2006a).

Los cambios para las lluvias de invierno indican una disminución en la precipitación que fluctúa entre 0 y 0.6 mm/día (Figura IV.2). Ese valor indica reducciones de hasta 15% en regiones del centro de México, y de menos del 5% en la zona de la costa del Golfo de México, alcanzándose las menores reducciones en precipitación bajo el escenario A2 en los plazos del clima alrededor de 2080. Es necesario mencionar sin embargo, que los cambios proyectados son del mismo orden de magnitud que la incertidumbre, resultado de la dispersión entre modelos. Tal condición muestra que existen algunos modelos que proyectan ligeros aumentos en precipitación, mientras que otros proyectan disminuciones drásticas en la misma.

Los cambios proyectados en temperatura y precipitación se analizaron a través de diagramas de dispersión (Figura IV.3). Esto permitió distinguir la dispersión entre modelos y escenarios de emisiones, y de esta forma tratar de determinar el grado de confianza que se tiene en las proyecciones futuras. Considerando las proyecciones para el clima alrededor de 2080, con respecto del clima base 1961-1990, se puede encontrar que varios modelos proyectan aumentos de temperatura de 2 a 4 °C, aunque hay algunos que bajo ciertos escenarios de emisiones pueden proyectar cambios menores o mayores. Todos los modelos indican aumento en temperatura, por lo que hay gran certeza en este escenario, aunque es un poco incierta la magnitud del mismo. En el caso de la lluvia, para la primera mitad del año se proyectan disminuciones entre 0 y 20%, las cuales se hacen de menor magnitud hacia el inicio del verano e incluso se convierten en aumentos hacia el último trimestre del año, con valores entre 0 y 5%.

Los eventos extremos, como huracanes y frentes fríos (nortes), requieren consideración especial en el caso de las proyecciones de precipitación para México. Es posible que los nortes se vuelvan menos frecuentes. Es incierto en qué medida dicha disminución podría

afectar las precipitaciones, pero de acuerdo con ciertos escenarios, éstas tenderán a disminuir principalmente en la vertiente del Golfo de México.

En el caso de ciclones tropicales se considera que en promedio aumenten en intensidad, al ocurrir una disminución en la presión central media del sistema, en alrededor de 14%, con aumentos de 6% en la intensidad de los vientos y un aumento en las precipitaciones, en alrededor de 18%, en un radio de 100 km con respecto al centro del huracán. Tales cambios proyectados pueden ser difíciles de detectar en los datos actuales, ya que la incertidumbre que conlleva una muestra pequeña oscurece la señal frente a las grandes variaciones interanuales e interdecadales conocidas.

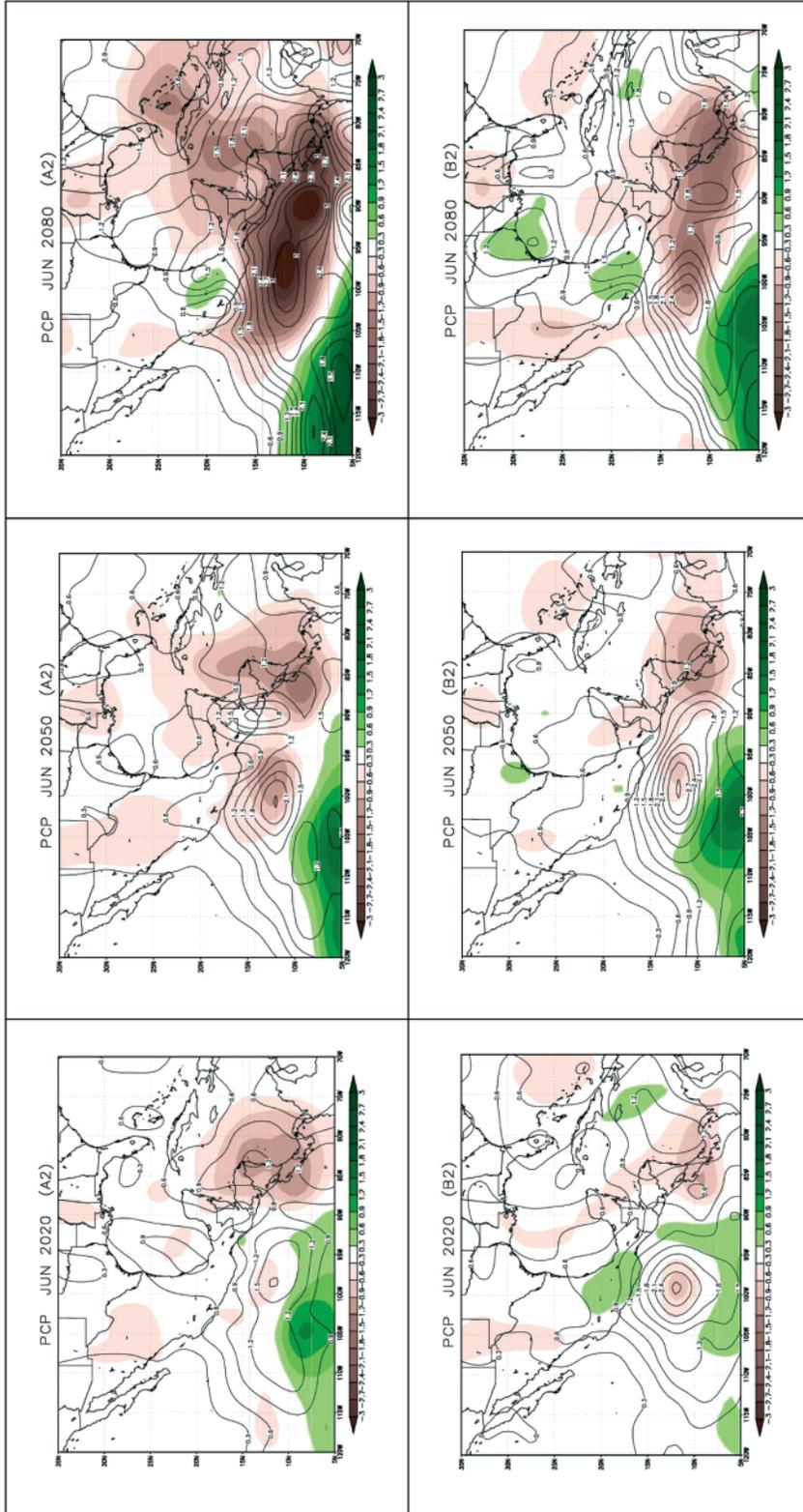
Finalmente, las teorías sugieren que debido a que el ciclo hidrológico se volverá más intenso, es de esperar que aumente el número de tormentas severas, pero que también se puedan producir periodos de sequía más extremos y prolongados. Las observaciones de los últimos años en México parecen coincidir con tal planteamiento.

Programa de modelación del clima

INE/CCA-UNAM

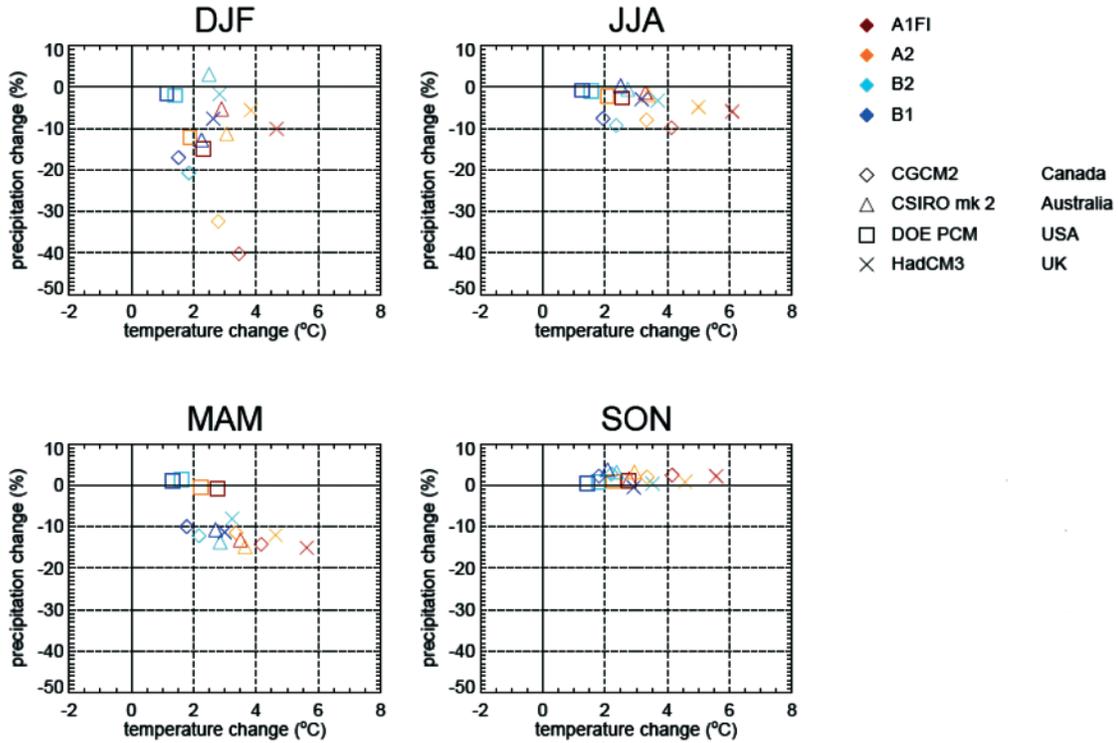
La información climática adquiere un alto valor socioeconómico en aquellas partes del mundo donde se le considera como un elemento para la toma de decisiones. Aun con las imprecisiones propias de un sistema de pronóstico del clima, la predicción estacional representa una práctica que puede aminorar los impactos negativos de sequías e inundaciones. En países con proyectos de desarrollo sustentable, sectores como la administración del agua, la agricultura o la energía, han trabajado con información del clima desde hace más de una década. Con base en los avances en materia de pronóstico climático, basados en gran medida en nuestro conocimiento sobre El Niño/Oscilación del Sur (ENOS), y a los impactos experimentados bajo eventos climáticos extremos recientes, se puede establecer que en México, como en muchas otras partes del mundo, el riesgo climático es alto.

FIGURA IV.2 MEDIANA DE LOS CAMBIOS PROYECTADOS EN PRECIPITACIÓN (mm/dÍA) PARA JUNIO, EN EL CLIMA DE 2020, 2050 Y 2080, EN ESCALA DE COLORES.



Las líneas corresponden al rango intercuartil entre proyecciones de anomalías. El panel superior corresponde a escenarios de emisiones A2 y el inferior a B2.

FIGURA IV.3 ANOMALÍAS EN TEMPERATURA Y PRECIPITACIÓN PARA MÉXICO (PROMEDIO PAÍS).



Construido a partir de cuatro escenarios de emisiones y cuatro modelos para el clima alrededor de 2080, representado por trimestre. (Mitchell, *et al.*, 2004).

El cambio en la disponibilidad de agua a lo largo de las estaciones del año es un problema de gran importancia, pues se ha vuelto recurrente el paso de periodos de secas a periodos de inundaciones. El ciclo sequías-exceso de lluvia, reflejo de la variabilidad climática natural, frecuentemente se traduce en desastres por nuestra alta vulnerabilidad en materia hidrológica. Parte del problema radica en que no se ha pasado de usar la información climática para explicar los desastres, a un esquema en que ésta se utilice para prevenirlos. Los problemas anteriores podrían acentuarse bajo condiciones de cambio climático. Sin duda, ante un clima más caliente y con mayor variabilidad se requerirá de acciones de adaptación, entre las cuales se encuentra el aprovechamiento de la información del clima. En México, ya se comienzan a dar algunos pa-

sos en esta dirección, pero el mayor reto sigue siendo la generación de capacidades entre científicos, autoridades de gobierno, y en general, entre usuarios de información climática, para interpretar diagnósticos y pronósticos climáticos. La naturaleza probabilística de los pronósticos climáticos requiere de una interpretación en términos de gestión de riesgo, capacidad que debe desarrollarse en cada sector.

El desarrollo de computadoras hizo posible resolver en forma aproximada las ecuaciones de la física del clima y permiten manejar una gran cantidad de datos del clima que son generados con los MCG. Con el tiempo, este tipo de modelos ha permitido simular adecuadamente procesos muy complicados, como el funcionamiento de la atmósfera, incluyendo los elementos esenciales como nubes, radiación, vientos, etc.

Los modelos climáticos permiten pronosticar o hacer “experimentos” que nunca serían posibles en la realidad. Por ejemplo, si se dispone de un buen modelo climático se podría estimar cómo variará la temperatura en alguna región si se aumentara la concentración de un gas, por ejemplo del bióxido de carbono (CO₂). La limitación es que un modelo simula, pero no es la realidad y por muy bueno que sea siempre estará lejos de la complejidad del proceso natural. Así se ha comprobado que la complejidad y la aleatoriedad de algunos procesos climáticos es tan grande que, a pesar de haberse empleado las mejores supercomputadoras y los más sofisticados modelos computacionales, no se ha logrado predecir el tiempo con fiabilidad para periodos mayores de dos días.

Con el apoyo del INE, las entidades científicas dedicadas a la modelación del clima han diseñado una estrategia para generar capacidad en el uso de modelos atmosféricos, que permita tanto predecir el clima estacional como generar escenarios regionales de cambio climático. La propuesta para un Programa de Modelación del Clima consiste en construir capacidad en cinco rubros esenciales:

Datos
Procesos
Modelos
Evaluación
Comunicación y generación de capacidad

Se estimó que una vez puesto en marcha, el Programa tomará al menos tres años antes de generar información con un alto valor en la toma de decisiones, pues será necesario generar capacidad en cada uno de los elementos descritos anteriormente. Existe la voluntad de diversos sectores y actores para construir el Programa, pues se tiene clara la importancia de contar con tales elementos para que a través de un conocimiento de los procesos climáticos regionales y una mayor capacidad para predicciones estacionales y generación de escenarios climáticos, se pueda reducir, en buena medida, nuestra vulnerabilidad a condiciones climáticas extremas (INE, 2004a).

Sector agua

La mayor parte de México presenta un clima de tipo monzónico con lluvias en verano, que resulta en condiciones esencialmente semiáridas en el norte del país y condiciones tropicales en la parte sur. Las componentes del ciclo hidrológico indican que en México, casi 75% de la precipitación se evapotranspira y que cuando mucho 5% recarga los acuíferos, fuente principal de abastecimiento de agua. El escenario actual indica una disponibilidad media de agua en el país de aproximadamente 4,000 m³/hab/año. Esta cifra es engañosa como medida de la disponibilidad real de agua para la mayoría de los mexicanos, pues existen diferencias entre regiones. Aunque este valor está por encima de los 1,000 m³/hab/año, considerado como el umbral que define la escasez del recurso, en varias regiones del centro y norte se tienen ya niveles inferiores a los 2,500 m³/hab/año, producto de las demandas crecientes por aumento de la población. En particular, en las regiones de la Península de Baja California, del Río Bravo y de las cuencas del norte, se proyecta que la disponibilidad para el año 2020 será menor a los 1,000 m³/hab/año.

De acuerdo con cifras de la CNA (2004), casi 75% del agua que se consume en México es para fines agrícolas. El uso doméstico consume 14% y el restante 11% es para uso industrial. Sin embargo, la baja eficiencia en la utilización del agua contribuye a incrementar la problemática del sector agua. En agricultura se desperdicia 55% del total de agua que se extrae para ese fin, debido a fugas y exceso de riego entre otras causas. El sector urbano pierde 43%. Se estima que las pérdidas en la industria y los servicios son mínimas, aunque contribuyen fuertemente a la contaminación del recurso. El uso del agua en la industria se hace con niveles bajos de eficiencia ya que prácticamente no se realiza la recirculación y reutilización del líquido. Las pérdidas totales representan 49% del agua que se extrae para usos consuntivos.

Vulnerabilidad del sector agua bajo cambio climático

Las variaciones de temperatura y precipitación producen cambios en las variables del balance hidrológico

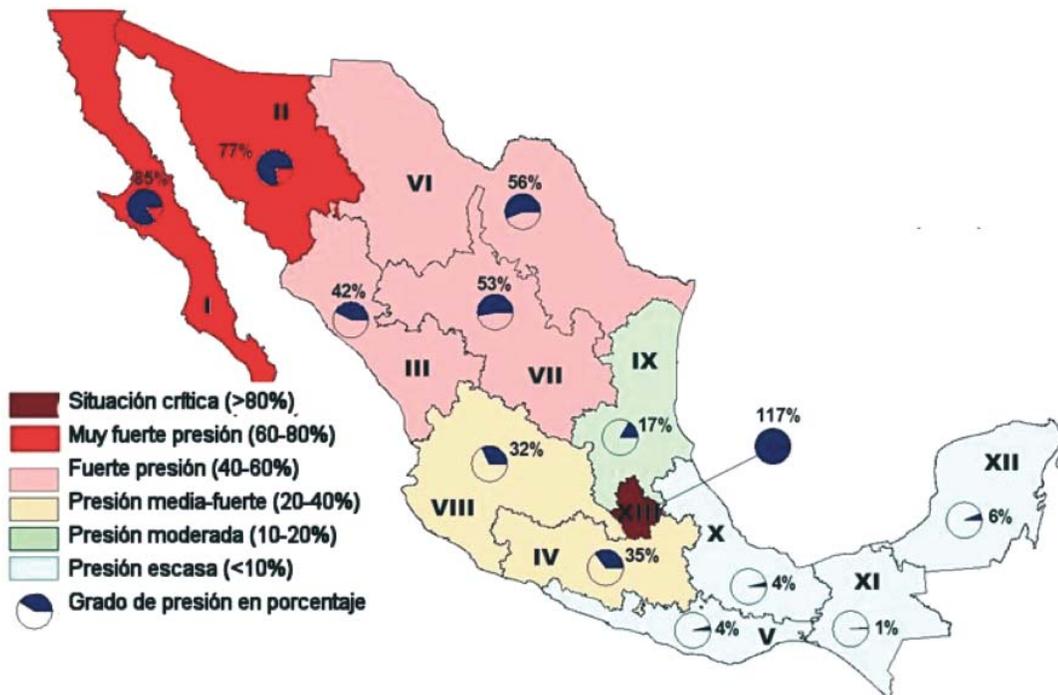
que se reflejan en la disponibilidad de agua. Así por ejemplo, en la zona noroeste de México, el balance hídrico sugiere que el aumento en temperatura hará que la evapotranspiración se incremente y que la humedad en el suelo disminuya. En el país, los cambios en humedad del suelo afectarán directamente la disponibilidad de agua, pues de disminuir la primera serán necesarias mayores extracciones para mantener los cultivos bajo riego.

Adicionalmente, en aquellas zonas donde disminuya la humedad del suelo en los meses de invierno y primavera, el estrés de la vegetación puede ser tal que, bajo las prácticas actuales de roza, tumba y quema, los incendios forestales se incrementen. Al aumentar la evapotranspiración, disminuye la cantidad de agua que escurre e infiltra, es decir la disponibilidad natural media de agua. Tal condición llevará a que en ciertos sectores se trate de aumentar la extracción

haciendo aún más complicado el panorama futuro del agua en México. Los escenarios de verano para el 2020 y 2050 indican aumentos de entre 1 y 3 °C y disminuciones en la precipitación media anual de 5 a 10%. Tal condición llevará a una menor disponibilidad natural media del agua por aumento en la evapotranspiración de entre 5 y 15%, dependiendo de la región (INE, 2006a).

Las condiciones actuales sugieren un grado muy fuerte de presión sobre el recurso agua en la región noroeste del país y crítico en la cuenca del Valle de México (Figura IV.4). En este último caso, el volumen concesionado excede incluso la disponibilidad natural media del recurso por lo que hay que traer agua de otras regiones hidrológicas. El grado de presión es fuerte en la parte norte del país, media-fuerte en la región de Lerma Chapala y es moderada o escasa en la parte sur del país, donde el recurso es abundante.

FIGURA IV.4 GRADO DE PRESIÓN SOBRE EL RECURSO HÍDRICO.



Adaptado de la estimación de la CNA (2004) para definir grados de presión muy fuerte y crítico.

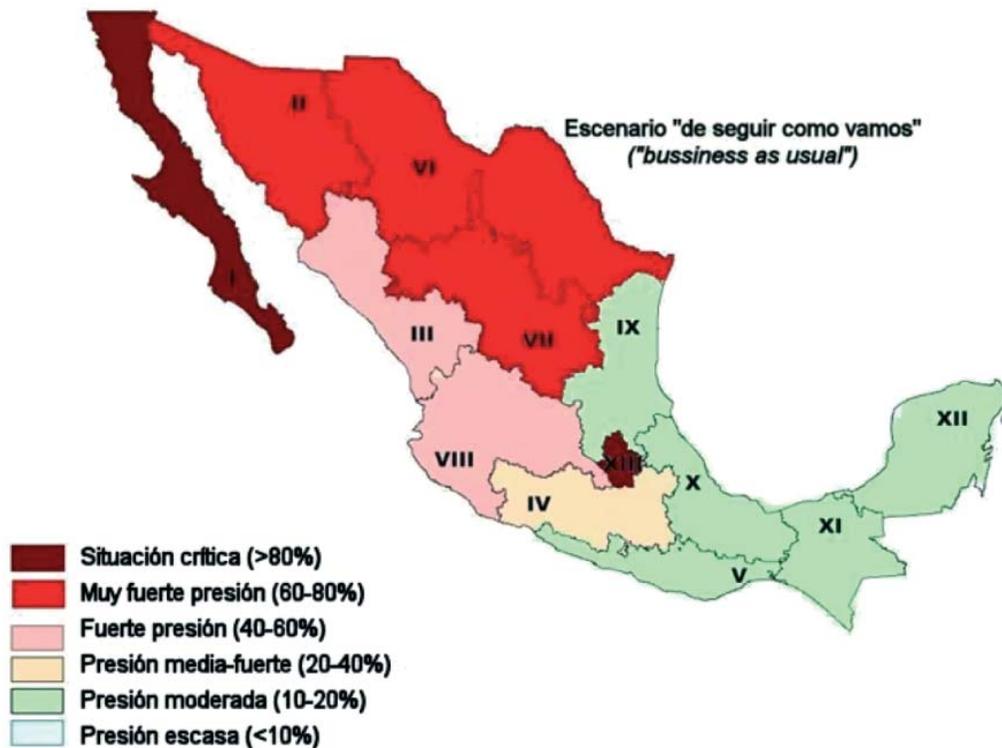
Siguiendo el trabajo de la Fundación Gonzalo Río Arronte-Fundación Javier Barros Sierra (FGRA-FBS, 2004), se pueden generar escenarios de demanda futura de agua, tomando en cuenta:

- a) escenarios de crecimiento de población;
- b) escenarios de crecimiento del PIB, con posibilidad de duplicación del PIB por habitante a 30 años con respecto de 2000 (3.3 % anual), o de que el ingreso se triplique entre 2000 y 2030 (4.7 % anual), o de un desarrollo más dinámico en las regiones de la frontera norte y Península de Yucatán, y uno menos rápido en la altiplanicie, la zona costera del Golfo de México y la frontera sur, así como
- c) escenarios futuros de la agricultura y
- d) escenarios de cambios en la eficiencia de manejo del agua.

En cierta forma, los escenarios de FGRA-FBS se pueden denominar tendenciales o, “de seguir como vamos” (“*bussiness as usual*”) en aspectos socioeconómicos únicamente, pues no consideran cambio climático. Estos escenarios marcados como “de seguir como vamos” (Figura IV.5) indican que en casi todas las regiones hidrológico-administrativas el grado de presión sobre el recurso agua aumentará, principalmente en Baja California, donde se pasará de grado de presión muy fuerte a crítico, y en los estados del norte, donde se alcanzarán grados de presión sobre el agua muy fuertes. La Región Hidrológica VIII de Lerma Santiago comenzará a experimentar grados de fuerte presión ante las proyecciones de crecimiento del sector agrícola.

Dichas proyecciones se ven modificadas cuando se incluye el cambio climático en la disponibilidad natu-

FIGURA IV.5 ESCENARIO DE GRADO DE PRESIÓN (MÁXIMA) SOBRE EL RECURSO AGUA AL 2030 CONSIDERANDO SÓLO LAS TENDENCIAS EN POBLACIÓN, PIB Y AGRICULTURA.



Adaptado de FGRA – FBS, 2004.

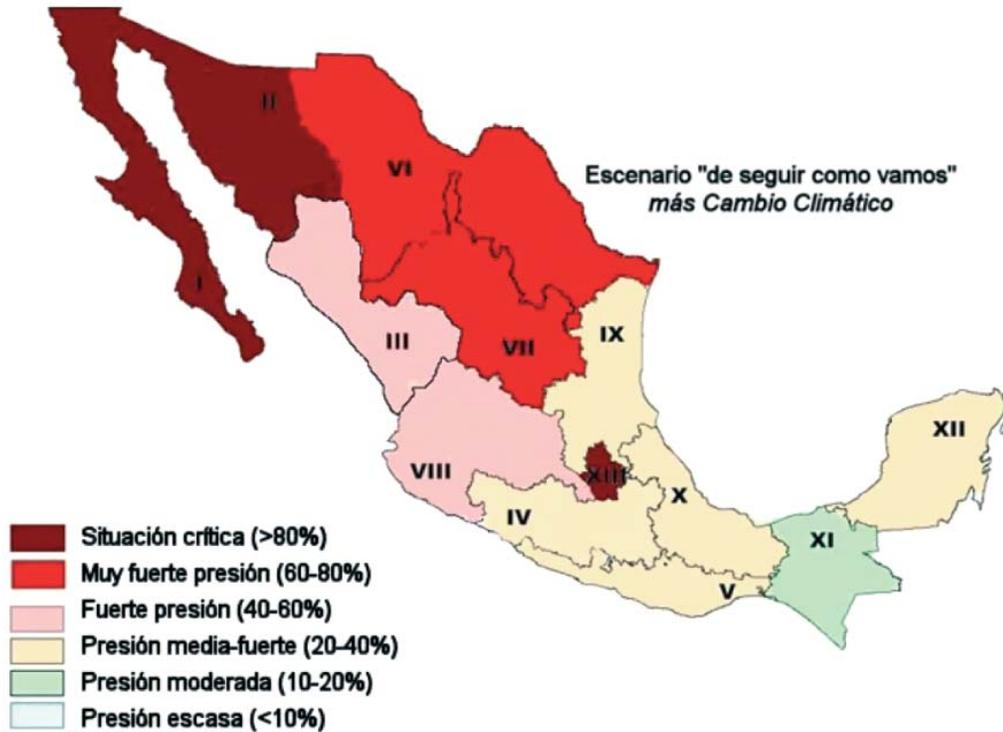
ral media del recurso agua. Tomando los escenarios para la climatología del 2020, se estima que la disponibilidad natural disminuya por el aumento en la temperatura y evapotranspiración, además de una ligera disminución en la precipitación anual, lo que llevará a una reducción anual de aproximadamente 10% en la disponibilidad natural de agua con respecto al 2000. En dicho escenario se aumenta adicionalmente la demanda de agua en el sector agrícola en 10%, pues al disminuir la humedad en el suelo (como se proyecta) se tendrá que extraer más agua para riego.

Los escenarios con cambio climático para 2020 muestran que tanto Baja California como Sonora pasarán a una situación crítica en la presión sobre el recurso agua (Figura IV.6). La región de Sinaloa y la Región Hidrológica de Lerma alcanzarán un grado de fuerte presión sobre el recurso. Incluso zonas del sur de México y la Península de Yucatán podrían comenzar a experimentar una presión de media a fuerte sobre el recurso. Lo anterior indica que los aumentos en el grado

de presión sobre el recurso agua por efectos de cambio climático pueden ser tan importantes como los de orden socioeconómico para las próximas dos décadas.

La Comisión Nacional del Agua (CNA) también ha proyectado dos escenarios básicos al 2025 para el sector agua, que son aproximadamente comparables a los generados en la sección anterior. El primero proyecta las tendencias del sector al 2025 llevado a condiciones de crisis, mientras que el segundo propone una política sustentable en el sector que revierte las tendencias de los últimos años y garantiza el abasto para el desarrollo del país. En ambos casos, los escenarios de tendencia de la población sugieren que las tasas de crecimiento disminuirán y se comenzarán a estabilizar alrededor de 2025, con un mayor aumento de la población urbana. Sin embargo, ciertas regiones hidrológico administrativas como la Península de Baja California (I) y Río Bravo (VI) en el norte, Lerma Santiago (VIII), así como Frontera Sur (XI) y Península de Yucatán en el sur, experimen-

FIGURA IV.6 GRADO DE PRESIÓN CUANDO SE CONSIDERAN LAS PROYECCIONES SOCIOECONÓMICAS PARA 2030 Y SE INCLUYEN LOS ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO.



tarán mayor crecimiento poblacional, por lo que la presión en esas regiones sobre el agua aumentará de manera particular.

Los escenarios socioeconómicos del PICC indican que México será una de las regiones que requerirá de especial atención, principalmente hacia la zona oeste, noroeste y norte. Quizá los únicos escenarios socioeconómicos que podrían disminuir el futuro deterioro del sector agua son aquellos en que las políticas o la sustentabilidad son priorizados, y donde el trabajo comienza desde ahora.

Medidas de adaptación en el sector agua

Mediante reformas administrativas y financieras así como por la modificación de las políticas y técnicas de gestión del agua, las autoridades están tratando de garantizar los servicios prestados y la preservación del medio ambiente.

Sus objetivos incluyen:

- Fomentar el uso eficiente del agua en la producción agrícola.
- Fomentar la ampliación de la cobertura y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento.
- Lograr el manejo integral y sustentable del agua en cuencas y acuíferos.
- Promover el desarrollo técnico, administrativo y financiero del sector hidráulico.
- Consolidar la participación de los usuarios y la sociedad organizada en el manejo del agua y promover la cultura de su buen uso.
- Disminuir los riesgos y atender los efectos de inundaciones y sequías.

El esquema de gestión sectorial del agua trata de orientarse hacia una gestión integrada, descentralizada y participativa de los recursos hídricos, implementando políticas transversales que tomen en cuenta los conceptos de planificación y ordenamiento del territorio a escala de las cuencas hidrográficas.

Será necesario, sin embargo, que la capacidad de sus organismos técnicos mejore sustancialmente, so-

bre todo en cuanto a la gestión del recurso utilizando información climática. Sus planes de inversión, por tanto, deben considerar una verdadera estrategia de adaptación al cambio climático, como ya viene sucediendo entre los responsables del sector agua de muchas partes del mundo, donde el grado de presión sobre el recurso es alto. Destaca la necesidad de trabajar en la recuperación de acuíferos y la descontaminación de los cuerpos superficiales de agua.

Adicionalmente, se debe trabajar en un programa de cultura del agua entre los principales sectores consumidores del recurso. Los diálogos con actores clave del sector parecen llevar a que la reducción de nuestra vulnerabilidad en la actualidad creará resiliencia ante el cambio climático.

Sector agricultura

De acuerdo con las tendencias de los últimos veinte años, el sector agricultura ha perdido su lugar preponderante en la economía mexicana, actualmente domina el sector industrial y de servicios. Tal tendencia se refleja en que el porcentaje de la población económicamente activa en la agricultura ha disminuido. Parte de las nuevas generaciones que pudieran dedicarse al trabajo de campo han emigrado y las labores de este sector, principalmente el de temporal, dependen de hombres de mayor edad o de mujeres.

El mayor esfuerzo de los productores agrícolas en México sigue estando en la producción de maíz, lo que refleja la importancia de esta actividad para la seguridad alimentaria de las familias campesinas. La producción de maíz ha permanecido constante, 18 millones de toneladas anuales desde 1994, y ha mostrado una gran sensibilidad a la variabilidad climática en el país, particularmente por los eventos de sequías. Un ejemplo ilustrativo fue la gran sequía de 1998, asociada a El Niño. Los productores de temporal, muy vulnerables a la sequía (Liverman y O'Brian, 1991), aplican los llamados métodos agrícolas "tradicionales", es decir, siendo campesinos temporales utilizan semillas criollas (no híbridas) y su subsistencia depende del cultivo de maíz y de otros alimentos básicos, como el frijol y la calabaza. Las medidas adop-

tadas contra la sequía incluyen cambiar de variedad a alguna más resistente o de ciclo más corto, cambiar de cultivo, posiblemente algún sistema de riego (aunque esto puede no ser económicamente viable), buscar empleos temporales en otros predios o en zonas urbanas, o finalmente, emigrar a ciudades o estados, o inclusive a los Estados Unidos de América. En muchos casos, la producción de maíz se encuentra ya como una actividad desarrollada por campesinos de la tercera edad o por mujeres, principalmente. Ante esta situación, el ingreso familiar se ha diversificado aceleradamente, dependiendo en forma importante de las remesas que los migrantes envían, pero también de las aportaciones de los trabajos temporales de las mujeres, de las rentas de tierras o de los apoyos gubernamentales, particularmente de los que son otorgados por “contingencias climáticas” (INE, 2006a).

Escenarios futuros de la agricultura en México

Una manera de proyectar la vulnerabilidad del sector agricultura es considerando la aptitud de las regiones al cultivo del maíz bajo una nueva condición climática. Para la elaboración del mapa base de aptitud para

el maíz criollo y de temporal en México se tomaron en cuenta los siguientes factores agroclimáticos: temperatura, precipitación, topografía, suelos y periodo de crecimiento, definiendo cuatro grados de aptitud: *Muy Apto*, *Apto*, *Marginalmente Apto* y *No Apto* (Figura IV.7).

Los escenarios de clima para el 2020 implican reducciones moderadas en la aptitud para el cultivo de maíz de temporal e incrementos en la superficie no apta de hasta 4.2%. La comparación entre los escenarios obtenidos mediante los distintos modelos del clima ilustra cómo la incertidumbre generada por las diferencias entre modelos se propaga a los escenarios de impactos. De acuerdo con los mapas de aptitud con los escenarios generados con los modelos ECHAM y HADLEY, Sonora sería el estado más afectado en la reducción de superficie adecuada para el cultivo de maíz.

Bajo los escenarios A2 al 2050 (Figura IV.8), se conserva la tendencia antes señalada pero se incrementa la intensidad, según el modelo GFDL no habrá cambios de aptitud para cultivar maíz en aproximadamente 85% del país, mientras que los otros dos modelos sugieren que los habrá en poco más de 40%. De acuerdo con lo anterior, los cambios presentados en

FIGURA IV.7 MAPA DE APTITUD DE MAÍZ DE TEMPORAL PARA MÉXICO (MAPA BASE).

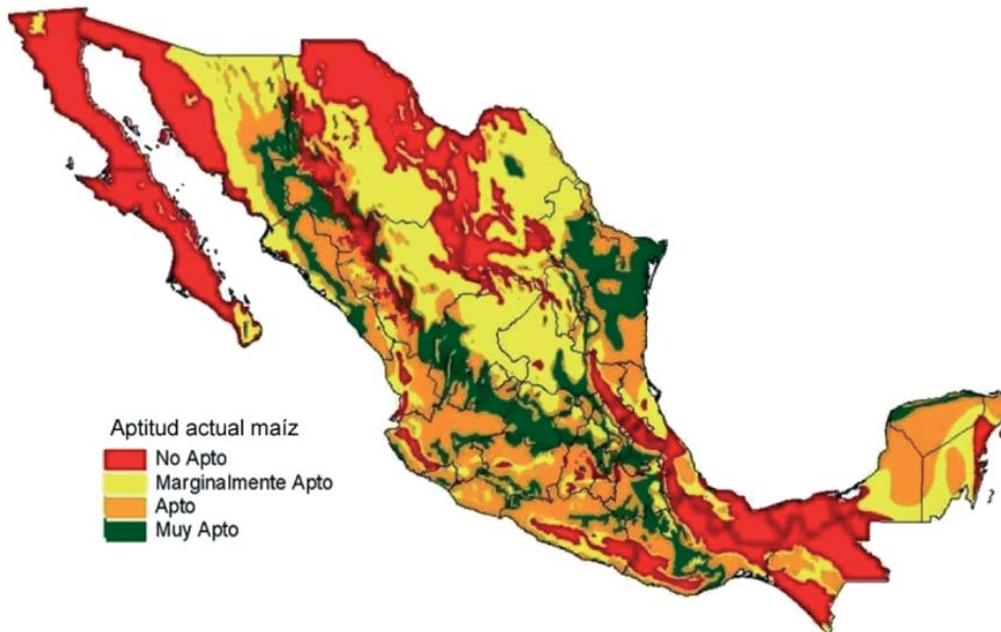
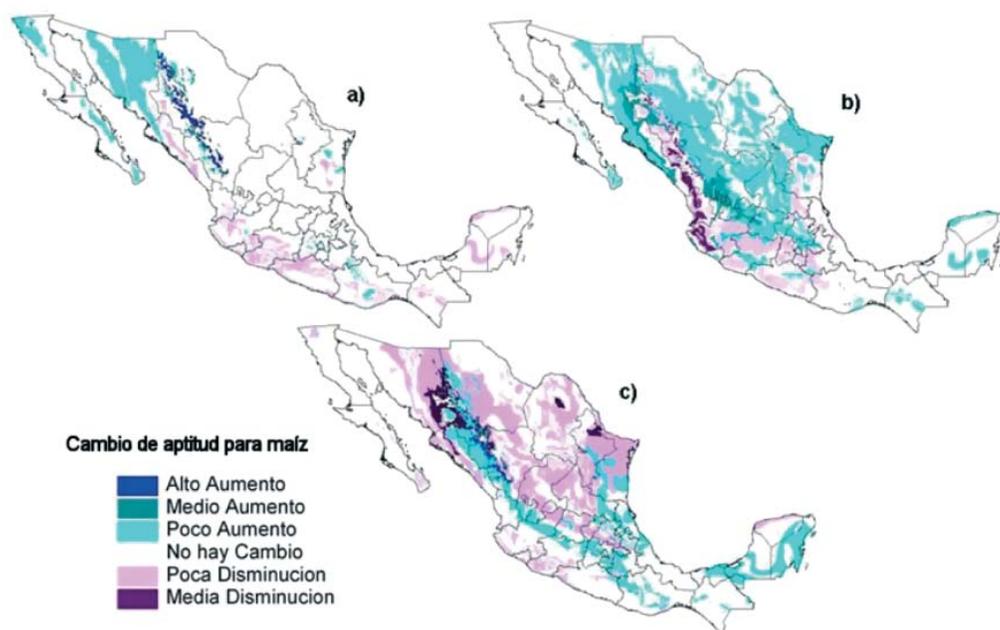


FIGURA IV.8 CAMBIO EN LA APTITUD PARA MAÍZ DE TEMPORAL BAJO ESCENARIOS A2 DE CAMBIO CLIMÁTICO PARA EL 2050.



a) Modelo GFDL, b) Modelo ECHAM y c) Modelo HADLEY

los modelos difieren respecto a la aptitud futura del maíz: el modelo GFDL permite proyectar que 8% del territorio mejora y otro 6% disminuye su aptitud; el modelo ECHAM estima que la aptitud del territorio aumente 29% y disminuya su aptitud 12%. Finalmente, el modelo HADLEY prevé que aumenten las condiciones 13% mientras que disminuyen en 28.5% de la superficie nacional.

Diversos estudios de caso, como en los estados de Tlaxcala y Veracruz, permiten examinar con mayor profundidad las condiciones de los agricultores y sus métodos de producción, para así proponer estrategias que reduzcan su vulnerabilidad al cambio climático. Particularmente, se han evaluado posibles acciones tendientes a aumentar la capacidad adaptativa actual de dichos productores, estudiando su viabilidad bajo condiciones de cambio climático.

Estrategias de adaptación

El grupo de trabajo del sector agricultura realizó reuniones con actores clave aplicando técnicas partici-

pativas (grupos focales, entrevistas en profundo) que permitieron evaluar la importancia de un pronóstico climático entregado a los productores con antelación (Conde *et al.*, 2006). Estudios recientes han evaluado las condiciones socioeconómicas y climáticas que determinan la vulnerabilidad y adaptación actual de los productores de maíz de temporal en el estado de Tlaxcala, y se han aplicado escenarios de cambio climático para proyectar la vulnerabilidad futura y proponer estrategias de adaptación.

Los resultados obtenidos con el modelo Ceres Maize permiten suponer que un cambio de variedad de maíz sería una posible medida adaptativa, aprovechando que la reducción en la estación de crecimiento para la variedad empleada en esos experimentos permitiría utilizar variedades de ciclo más largo, que aprovecharán las mejores condiciones climáticas en la región de estudio, ya que las condiciones de cambio climático ampliarían el ciclo de crecimiento del cultivo, reduciendo la amenaza de heladas tempranas.

Otra medida adaptativa posible es incrementar la aplicación de fertilizantes (en cantidad o en aplica-

ciones). Esta medida adaptativa requiere que los productores tengan la capacidad económica o los apoyos gubernamentales para acceder a más fertilizantes. Por otra parte, si estos fertilizantes son los agroquímicos empleados en los últimos años, esta medida adaptativa puede no ser consistente con un desarrollo sustentable.

Para el caso de lluvias irregulares y sequía, se consideró que el riego por goteo es una medida útil en la actualidad, y lo será más en un clima cambiante. Tratándose de las heladas y, en general, ante un clima con variaciones, se propuso construir pequeños invernaderos con cultivos orgánicos de jitomate, tomate y chile, productos de alto valor en el mercado. Se espera que los productores desarrollen su propia composta y acepten utilizarla en parcelas experimentales con maíz criollo. En un área menor, con suelo mejorado, los rendimientos serán equivalentes al de un área mayor. Para poder desarrollar este experimento, será

necesario que los productores comiencen a obtener ganancias de los invernaderos con hortalizas, de tal manera que puedan arriesgar trabajo e insumos en este planteamiento.

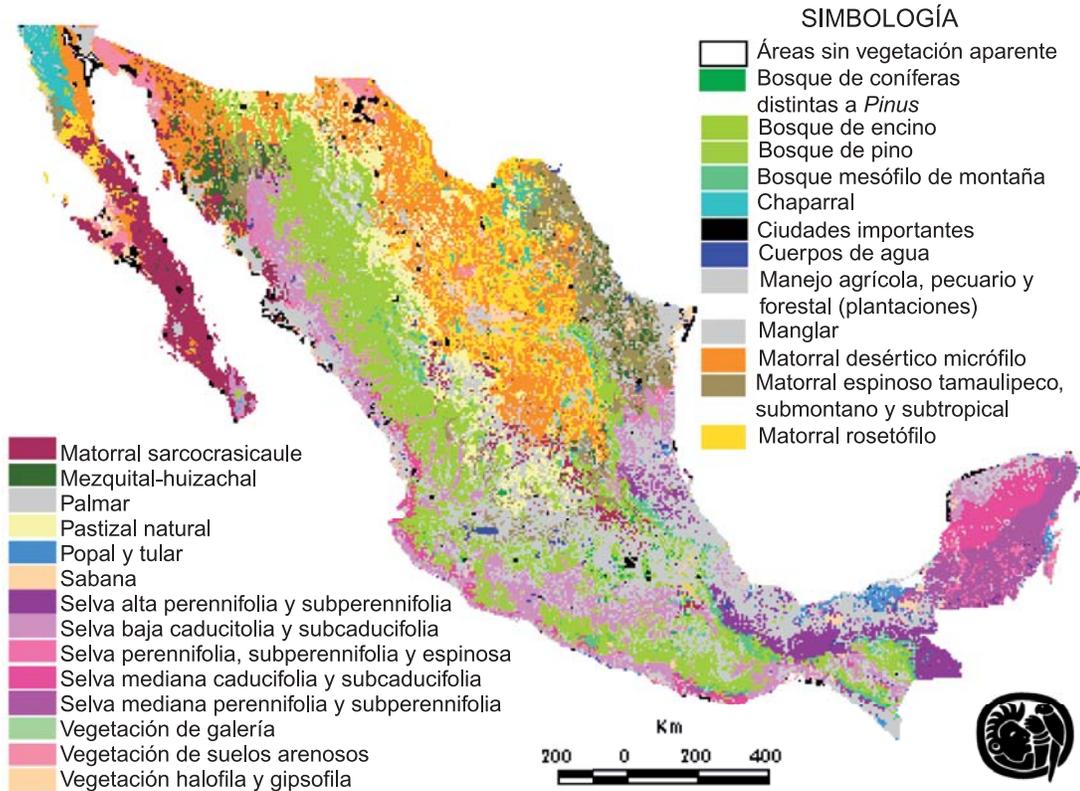
Sector bosques

INE, CCA-UNAM e Instituto de Geografía-UNAM

Alrededor de 70% de la superficie de México está cubierta por diversas comunidades vegetales con distintos estados de conservación (INEGI, 2002). Cada una de estas comunidades se asocia a ciertas condiciones climáticas. Las selvas se asocian a climas cálidos húmedos y subhúmedos, los bosques a climas templados o semifríos preferentemente húmedos o subhúmedos y los matorrales xerófilos se distribuyen en climas semiáridos, áridos y muy áridos, dependiendo de las especies que los componen (Figura IV.9).

FIGURA IV.9 TIPOS DE VEGETACIÓN EN MÉXICO CON BASE EN INEGI-CONABIO (2002).

Uso de suelo y vegetación modificado por CONABIO



Los bosques constituyen uno de los factores clave en la mitigación del cambio climático. Sin embargo, también pueden ser afectados al producirse aumentos en temperatura, cambios en el ciclo hidrológico y en la frecuencia e intensidad de eventos hidrometeorológicos extremos, producto de su vulnerabilidad. Tal situación ha quedado de manifiesto bajo condiciones de clima extremo, como las experimentadas durante el evento El Niño entre 1997 y 1998, que llevaron a condiciones de sequía en México y un número récord de incendios forestales. El cambio climático llevará a condiciones de mayor temperatura y déficit de humedad en el suelo, que constituyen, como en 1998, una seria amenaza para el sector forestal.

Con base en datos climáticos se pueden identificar los climas por región y los correspondientes tipos de vegetación. Así, los cambios proyectados en clima por diversos modelos bajo escenarios de emisiones A2 y B2 permiten estimar en qué regiones se pueden esperar cambios en la vegetación. Dichos grados de afectación por factores climáticos pueden ser comparados con las tendencias de afectación actual por cambio de uso de suelo, usando por ejemplo la tasa de deforestación de 1993 a 2002, como una medida de vulnerabilidad. La vulnerabilidad futura se puede obtener proyectando dichas tasas al 2020 y al 2050. Así, la evaluación de los escenarios futuros de la vegetación incluye una comparación entre las tasas de pérdida de cobertura vegetal y el porcentaje de área afectada por cambio de clima (INE, 2006a).

Para el 2020 y con el clima proyectado por el modelo GFDL bajo el escenario A2, se espera un aumento en el clima cálido húmedo, lo cual podría ser favorable para las selvas. Bajo este mismo escenario, los climas templados disminuirán y los secos cálidos aumentarán. Para el 2050, tanto el modelo GFDL como el modelo Hadley proyectan patrones climáticos donde cerca del 50% de la superficie del país sufrirá algún tipo de cambio (Cuadro IV.1) con más del 20% de la superficie del país cambiando a climas más secos y cálidos, con un consecuente aumento en el estrés hídrico.

Los tipos de vegetación más vulnerables serán los pastizales, los matorrales xerófilos y los bosques de encino, con las mayores razones de cambio. Para 2050, se proyecta un incremento drástico en el porcentaje afectado, ya que entre 53 y 62% de las comunidades vegetales estarán expuestas a condiciones climáticas distintas a las actuales, de acuerdo con los modelos GFDL y Hadley, respectivamente (Cuadro IV.2).

A la amenaza del cambio climático en la vegetación, se debe añadir el deterioro al que está sometida por el cambio de uso del suelo propiciado por la introducción y expansión de la ganadería (Cuadro IV.3). Todo ello se puede traducir en procesos como la fragmentación, pérdida en la capacidad de regeneración, dispersión, pérdida de especies clave, cambio en la abundancia de las especies, introducción de plantas invasoras, susceptibilidad a las plagas, etc., y un detrimento en los servicios ambientales.

CUADRO IV.1 DIRECCIÓN DEL CAMBIO EN EL CLIMA DE ACUERDO CON CADA MCG.

MODELO	CAMBIO		MÁS SECO		MÁS CÁLIDO		MÁS SECO Y CÁLIDO		MÁS HÚMEDO	
	%	%	% RELATIVO DE CAMBIO	%	% RELATIVO DE CAMBIO	%	% RELATIVO DE CAMBIO	%	% RELATIVO DE CAMBIO	
GFDL A2-2020	19.91	7.18	36.08	5.84	29.31	3.68	18.50	3.19	16.02	
GFDL A2-2050	48.26	21.53	44.62	18.89	39.14	3.62	7.50	3.31	6.86	
Hadley B2-2050	58.77	21.74	37.00	14.68	24.97	20.97	35.68	1.36	2.31	

En términos de porcentaje de superficie del territorio afectada.

CUADRO IV.2 TIPOS DE VEGETACIÓN AFECTADA POR EL CAMBIO CLIMÁTICO.

VEGETACIÓN	MODELO	GFDL A2-2020	GFDL A2-2050	HADLEY B2-2050
Afectada (%)	Del total	21	52.9	62.5
	secundaria	5.1	10.2	15.5
	% relativo	24.5	19.4	24.8
Bosque de coníferas		20.1	42.9	54.3
Bosque de encinos		21.5	45.5	51.4
Bosque mesófilo		11.2	27.8	37.9
Selva perennifolia		12.3	13.1	54.2
Selva subcaducifolia		9.2	9	47.9
Selva caducifolia		14.3	25.8	34.5
Selva espinosa		16.5	36.6	53.7
Pastizal		33.9	75.8	77.1
Matorral xerófilo		22.6	73.4	77.5
Vegetación hidrófila		8.4	10.7	25.8

CUADRO IV.3 SUPERFICIE ACTUAL Y PROYECTADA (2020 Y 2050) DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN EN MÉXICO.

TIPO DE VEGETACIÓN	SUPERFICIE EN 2002 (% DEL PAÍS)	TASA DE PÉRDIDA (% ANUAL)*	SUPERFICIE EN 2020 (% DEL PAÍS)	PÉRDIDA RELATIVA AL 2002 (%)	SUPERFICIE EN 2050 (% DEL PAÍS)	PÉRDIDA RELATIVA AL 2002 (%)
Bosque de Coníferas	8.5	0.4	7.9	6.5	7.1	16.4
Bosque de Encinos	7.9	0.3	7.4	5.9	6.7	14.9
Bosque Mesófilo	0.9	0.6	0.8	9.9	0.7	24.3
Selva Perennifolia	4.8	0.8	4.2	12.7	3.3	30.5
Selva Subcaducifolia	2.2	0.8	1.9	13.9	1.5	32.9
Selva Caducifolia	7.9	0.9	6.8	14.4	5.2	34.0
Selva Espinosa	1.1	0.9	0.9	15.0	0.7	35.2
Pastizal	6.3	0.3	6.0	5.2	5.5	13.2
Matorral Xerófilo	29.9	0.2	28.8	3.9	26.9	10.0
Vegetación hidrófila	1.3	0.5	1.2	9.1	1.0	22.5

Promedio para el país, calculada con el comportamiento entre 1993 y 2002.

Ante los escenarios actuales, se requiere una estrategia más eficaz en materia de recuperación de bosques. Las políticas oficiales, como la Cruzada por los Bosques y Agua, deberán poner especial énfasis en el factor cambio climático, pues este lleva a incrementar el riesgo que desde hace varios años vienen enfrentando los ecosistemas en México por la presión del desarrollo sin planeación.

Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba

FMAM/PNUD INE/CCA-UNAM

Para establecer acciones de adaptación en materia de cambio climático, es necesario generar capacidad cien-

tífica, técnica e institucional, entre otras. En Centroamérica, México y Cuba, existen elementos en común que permiten compartir experiencias, conocimiento y capacidad en materia de adaptación al cambio climático. Por ello, en 2003 se inició un trabajo piloto para Fomentar las Capacidades de Adaptación frente al Cambio Climático para la región. En México, el estudio incluye tres sectores socioeconómicos considerados de gran importancia: agua, agricultura y bosques. La región de estudio ha sido el estado de Tlaxcala, el cual se localiza en la región centro-oriental de la República Mexicana. Con una población de alrededor de un millón de habitantes, el estado presenta características socioeconómicas similares a gran parte del centro de México, e incluso de otras regiones, siendo el clima un elemento de gran importancia en el desarrollo de la agricultura, el manejo del agua y el uso de los bosques (INE, 2004b).

El estudio ha tenido por objeto analizar la vulnerabilidad actual y futura de la región a extremos climáticos, generar capacidad entre actores clave, con quienes se ha trabajado para proponer estrategias de adaptación que sirvan como ejemplo del trabajo que se podría llevar a cabo en el resto del país, permitiendo así establecer un Programa Nacional de Adaptación ante el cambio climático.

Sector agricultura

En Tlaxcala la mayor parte de los productores agrícolas son de temporal y los principales cultivos son maíz (forrajero y grano), trigo, cebada, frijol y avena. Como en gran parte del país, el trabajo en el campo ha perdido preponderancia en la economía, actualmente domina el sector industrial y el de servicios. Las nuevas generaciones de campesinos tlaxcaltecas han emigrado y las labores de este sector, principalmente de temporal, dependen de hombres de mayor edad o de mujeres. Por ello, uno de los mayores retos en la agricultura es incorporar a estos grupos de la población, con apoyos y tecnologías que les permitan seguir produciendo. Adicionalmente, Tlaxcala enfrenta un grave problema de pérdida de suelos que ha llevado a que la siembra se vea cada vez más como una actividad

de gran riesgo, pues cualquier anomalía en las condiciones climáticas medias puede producir pérdidas, tratándose de lluvias en exceso o de sequía.

Actualmente, los productores de maíz de temporal aplican diferentes estrategias para enfrentar la sequía. Las medidas adoptadas consisten en cambiar de variedad a alguna más resistente a la sequía o de ciclo más corto, cambiar de cultivo, endeudarse con un sistema de riego o bien, emigrar en busca de empleo temporal en otros predios, en zonas urbanas o en los Estados Unidos de América. Sin embargo, la persistencia del cultivo de maíz en el Altiplano Mexicano ha servido para asegurar las condiciones mínimas de subsistencia de las familias rurales, permitiendo de forma indirecta la conservación de la biodiversidad del maíz en México.

Los productores y los tomadores de decisión consideran que “los grupos más vulnerables son los productores de maíz de temporal y las mayores amenazas climáticas son la sequía, las heladas, las granizadas y los vientos intensos”. Considerando la opinión de productores, tomadores de decisión y expertos, y aprovechando estudios previos, se concluye que gran parte de la vulnerabilidad está asociada a pérdida de fertilidad de los suelos, envejecimiento de los trabajadores, falta de apoyos para tecnificar la actividad, mercados poco favorables y una competencia con productores internacionales, resultado del incremento en importaciones de cereales.

De acuerdo con las proyecciones de clima, la agricultura de Tlaxcala se verá aún más afectada por la disminución de humedad en los suelos, que con frecuencia resultará en sequía agrícola, así como por la ocurrencia de eventos meteorológicos extremos, que se presenten como tormentas severas o granizadas. Quizá uno de los pocos elementos que podrían favorecer la agricultura de Tlaxcala es el hecho de que la probabilidad de heladas tempranas o tardías disminuya (INE, 2004b).

Los escenarios de cambio climático proyectados también indican que el patrón de lluvias disminuirá, principalmente en los meses de marzo a mayo y entre julio y agosto. Tal condición lleva a dos peligros mayores cuando se combinan con los escenarios muy probables de aumento en temperatura. Por un lado,

el inicio del ciclo primavera-verano será más difícil, principalmente si se presenta un retraso en las lluvias. La canícula “vendrá” con mayor frecuencia sin agua y por lo mismo, los efectos en cultivos de temporal serán negativos casi siempre.

En el marco de las políticas y desarrollo del sector económico agrícola, los escenarios no son optimistas ya que las condiciones actuales son desfavorables. Algunos elementos del contexto nacional e internacional que poco favorecerán a la agricultura son:

- a) La globalización económica, plasmada en tratados internacionales como el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLC), y su aplicación, están llevando al sector a una crisis económica severa.
- b) Los programas de gobierno no están orientados a apoyar técnica ni económicamente a los pequeños productores de maíz de temporal.
- c) Los precios de los granos básicos en el país han caído cerca de 50%, mientras que los alimentos procesados a partir del maíz se han incrementado cerca de tres veces, sin que ese incremento se refleje en mejoras económicas para los productores directos.

Ante este escenario, se ha trabajado con actores clave para determinar estrategias de adaptación en el sector. La participación de agricultores, técnicos agrícolas de instituciones oficiales y organizaciones no-gubernamentales, expertos de gobierno y académicos del sector ambiental, e incluso especialista del campo económico, social y de gobierno, ha servido para plantear estrategias que reduzcan la vulnerabilidad del sector agricultura de Tlaxcala. Así, desde hace más de un año se viene trabajando en el diseño y funcionamiento de invernaderos que se adapten a las nuevas condiciones de los trabajadores del campo (Figura IV.10), considerando estrategias de riego que aprovechen mejor este recurso y cultivos que permitan tanto el autoconsumo como la comercialización. El gobierno del estado ha prestado atención a este proyecto e incluso considera la puesta en marcha de más invernaderos en la región, apoyados en las experiencias del grupo de estudio de agricultura en Tlaxcala.

Sector bosques

Por la extensión de sus bosques, México puede ser considerado como un país forestal, 116 millones de

FIGURA IV.10 INVERNADERO EXPERIMENTAL EN APIZACO, TLAXCALA.



hectáreas se encuentran cubiertas por bosques naturales en donde se concentra el 10% de la biodiversidad mundial. Algunos de las especies en bosques, identificadas como vulnerables al cambio climático, se encuentran en los bosques templados, amenazados por un clima más seco en el país. La mayoría de estos bosques se ubican en propiedad comunal (ejidos y comunidades agrarias), expuestos con frecuencia a sobreexplotación, incendios y plagas.

En mayo de 2006, la Comisión Nacional Forestal/SEMARNAT presentó avances del Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009. Se confirma la tendencia a la baja en la tasa de deforestación: México ocupa el lugar número 12 en pérdida anual neta de superficie forestal y el lugar número 61 en pérdida porcentual.

Dentro del proyecto “Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba. Sector Bosques” se ha elaborado un diagnóstico de la vulnerabilidad actual del sector forestal en el estado de Tlaxcala, incluyendo el diálogo con actores clave a través de talleres de trabajo. Mediante la interacción con representantes del sector gubernamental estatal, a través de las delegaciones de la Semarnat, Conafor, Sagarpa, Profepa, la Dirección de Ecología del Gobierno estatal, así como con académicos, prestadores de servicios y asociaciones de comuneros forestales y aserraderos, se han identificado las principales amenazas a la producción forestal y a la conservación de bosques. Dicho diagnóstico ha servido de base para proyectar la vulnerabilidad futura ante cambio climático, con el fin de identificar medidas de adaptación y su vinculación con planes y programas de conservación, combate de incendios y desarrollo sustentable.

Las áreas forestales de Tlaxcala ocupan 11% del territorio y se localizan en el Sur, Norte y Oeste del estado. El deterioro del Área Natural Protegida de La Malinche, en Tlaxcala, México, muestra que el problema de pérdida de extensión del bosque se ha agravado con el tiempo, pues la superficie arbolada ha disminuido a la mitad en sesenta años. La principal causa de esta disminución son los incendios, la tala y el sobrepastoreo. El año 1998 fue el de mayor número de incendios dada la sequía. Las tasas de cambio de

uso de suelo señalan presencia de agricultura, lo que indica una alta presión sobre las áreas naturales. En los últimos 20 años se ha presentado una disminución de esta actividad en la región de Tlaxco y en algunos municipios de La Malinche, sin embargo, los bosques, principalmente los de pino, siguen disminuyendo en la región de Tlaxco y La Malinche. Por ello, la vulnerabilidad actual y futura de los bosques está determinada en gran medida por factores no climáticos como la deforestación y el mal manejo de los recursos forestales. Al considerar adicionalmente que las condiciones de menor humedad del suelo aumentarán, el riesgo de pérdida de bosque por cambio climático e incendios forestales se incrementa.

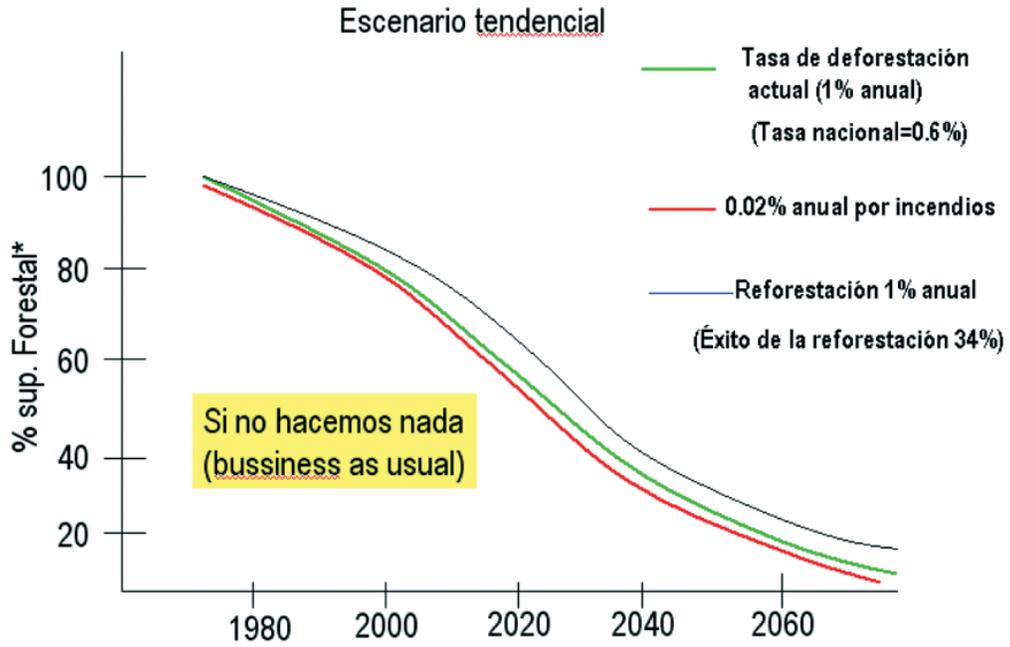
Se pueden tener diversos escenarios para el sector dependiendo de las acciones que se sigan desde ahora. Un escenario es continuar con las tendencias actuales, y otro es trabajar en materia de adaptación mediante la reforestación y conservación. Usando indicadores de tasa anual de deforestación, porcentaje anual de disminución de cubierta boscosa debida a incendios y de éxito de la reforestación en el estado medido por la sobrevivencia de plántulas, se han construido dos escenarios:

- el escenario tendencial y
- el escenario bajo medidas de adaptación.

El primer escenario se diseñó bajo el supuesto de que el nivel de degradación de los bosques de Tlaxcala siga como hasta ahora (Figura IV.11).

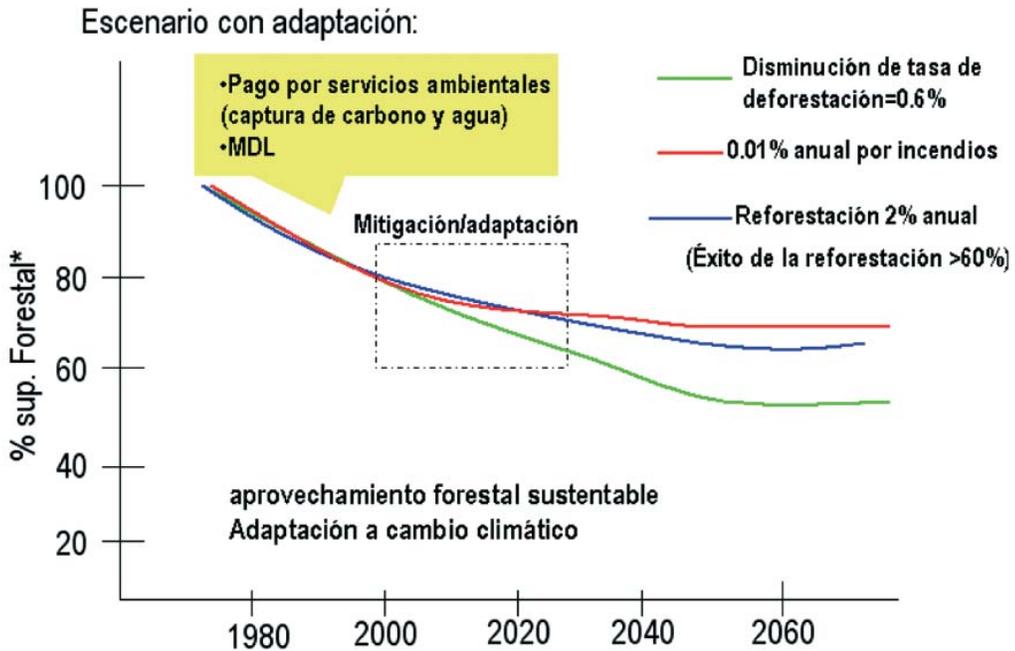
El escenario de adaptación supone una reducción de la tasa de deforestación igual a la media nacional que es de 0.64%, menos drástica que la actual en Tlaxcala. Bajo este escenario, para el 2050 se contaría con cerca del 60% de la superficie presente en 1980 (Figura IV.12). Por otra parte, al disminuir los incendios forestales a una proporción de sólo el 0.01% anual de la superficie boscosa, las tasas de deforestación y pérdida vegetal lograrían disminuirse aún más. Como complemento a estas medidas de adaptación se puede pensar en un aumento de la reforestación al 2% anual para lograr contrarrestar los efectos del cambio de uso de suelo y los incendios.

FIGURA IV.11 ESCENARIO TENDENCIAL DE ALGUNOS INDICADORES DE LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE FORESTAL EN TLAXCALA.



*Con relación a la superficie forestal en 1980.

FIGURA IV.12 ESCENARIO DE ADAPTACIÓN CON ALGUNOS INDICADORES CONTROLADORES DE LA PÉRDIDA DE SUPERFICIE FORESTAL EN TLAXCALA.



*Con relación a la superficie forestal en 1980.

La cruzada por los bosques y el agua representa un esfuerzo oficial para combatir el riesgo de incendios y en años recientes parece haber rendido algunos frutos. Sin embargo, el problema sigue siendo serio y una amenaza mayor en el corto plazo. Las acciones que está llevando a cabo el gobierno mexicano para impulsar al sector forestal, incluyen además la creación de programas destinados a incentivar las actividades económicas relacionadas con el bosque y de esta manera procurar su conservación. En el caso particular de Tlaxcala, no se cuenta con información suficiente sobre las tolerancias climático-ecológicas y rendimientos de las especies que más se aprovechan, para definir las especies más adecuadas en la reforestación bajo cambio climático. Es probable, que el *Pinus rudis*, una especie de gran tolerancia a la sequía en Tlaxcala, pudiera recomendarse, considerando los escenarios climáticos futuros con déficit hídrico. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que ésta es una especie de lento crecimiento, lo que limitaría las ganancias de los productores en el corto plazo.

De recuperarse la vocación forestal de áreas perturbadas, los bosques se convertirían en importantes sumideros de carbono y podrían ser uno de los mecanismos de mitigación al cambio climático, considerados dentro de la CMNUCC y de su Protocolo de Kioto. En México, esto puede ser posible mediante la implementación de un aprovechamiento sustentable de los bosques que incluya la diversificación de las actividades silvícolas y de mercados forestales. Localmente, la reforestación y conservación del bosque permitirá regular el microclima y mantener el balance hídrico.

Sector hídrico

En el estado de Tlaxcala la lluvia media anual es de 705.8 mm, la cual equivale a un volumen de 2863 Mm³. Se tiene un volumen renovable o disponibilidad de agua de 724 Mm³. La evapotranspiración se estima en 2139 Mm³, y el escurrimiento virgen o volumen que escurre en condiciones naturales (sin que tenga algún aprovechamiento) se estima en 393 Mm³. De ese total hay un compromiso de entregar 130 Mm³. La recarga anual en los cuatro acuíferos principales de

Tlaxcala se calcula en 331 Mm³, por lo que, tomando en cuenta el escurrimiento virgen y la recarga anual del agua subterránea, se tiene un volumen renovable de 724 Mm³.

Hay sectores donde la eficiencia de conducción y distribución y aprovechamiento es baja, como en el caso de la agricultura (33%) o del abastecimiento de agua a ciudades (40%). En todo caso, el principal usuario del agua es el riego, aun cuando la mayor parte de la superficie sembrada es de temporal. Las hectáreas bajo riego se abastecen en 60% de fuentes de agua superficial y en 40% con fuentes de agua subterránea, para lo cual se tiene una infraestructura hidroagrícola de 15 presas de almacenamiento con capacidad total de más de 79 Mm³ y 483 pozos para riego.

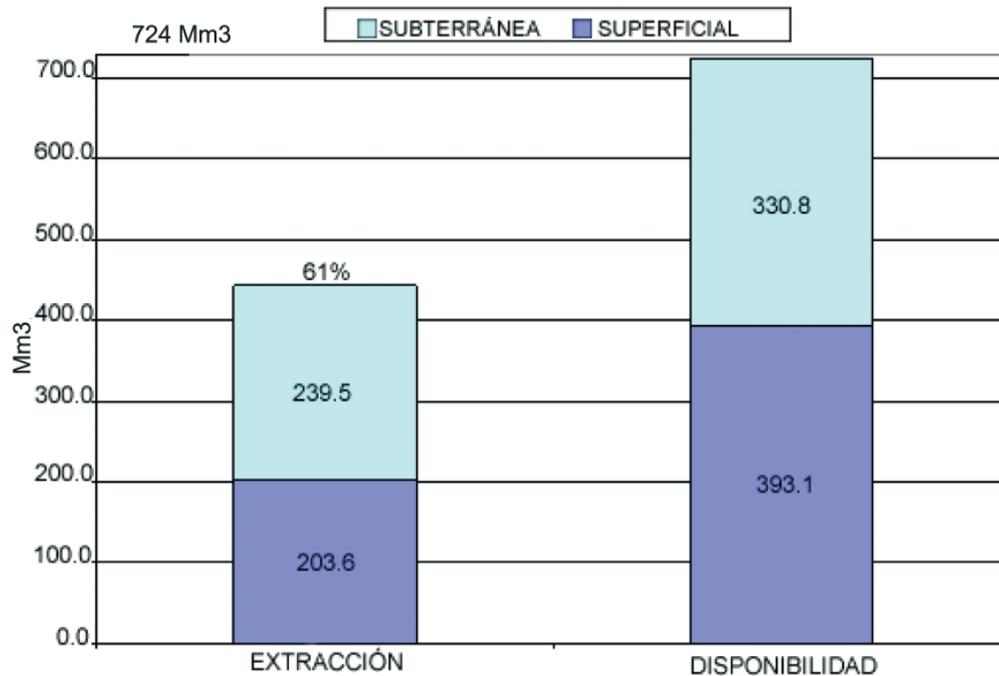
Por otra parte, la industria demanda un volumen anual de 39 Mm³ por año, de los cuales el 97% se suministra con fuentes de agua subterránea y el 3% de fuentes de agua superficial. El abastecimiento a centros de población, que incluye el uso doméstico y público urbano, demanda un volumen total del orden de 79 Mm³ por año que se suministran en un 90% con agua subterránea y en un 10% con fuentes superficiales.

Si se compara la extracción con la disponibilidad, la extracción actual es del orden de 61% de la disponibilidad (Figura IV.13), un grado de presión alto sobre el recurso hídrico, superior al de la Región Hidrológica IV en su conjunto, en la que se encuentra Tlaxcala.

Del volumen que se extrae, una parte se consume y otra parte retorna a las corrientes, aunque en general existen bajos índices de reutilización de agua en el sector urbano y agrícola. Por otra parte, seis de los siete ríos del estado de Tlaxcala presentan altos índices de contaminación, causados por elevadas descargas de desechos sólidos y líquidos degradados de usos domésticos, agrícolas e industriales. La degradación de la calidad del agua de su principal recurso hidrológico, el Río Zahuapan, considerado de primer orden, se debe a que recibe descargas tanto urbanas como industriales.

La situación actual de la gestión hídrica en Tlaxcala ya presenta condiciones muy críticas. Sin cambio climático, el escurrimiento virgen y la recarga anual

FIGURA IV.13 COMPARACIÓN DE VOLÚMENES TOTALES DE EXTRACCIÓN Y DISPONIBILIDAD DE AGUA.



del agua subterránea suman un volumen renovable del orden de 724 Mm³, el cual es prácticamente constante en el tiempo. Al aumentar la demanda, producto del crecimiento poblacional, mayores extracciones para riego, y pérdida de zonas de recarga, la situación en el sector agua de Tlaxcala empieza a ser preocupante. Los escenarios futuros incluyen por tanto la oferta (disminuyendo) y demanda (en aumento). Considerando la incertidumbre inherente a cualquier escenario futuro, el estudio presente ha generado tres escenarios posibles, que por simplicidad se denominan: pesimista, tendencia (normal) y optimista. Estos escenarios del futuro del agua para Tlaxcala siguen muy de cerca lo presentado por diversos autores y organismos administradores del recurso en lo referente a cambios en la demanda, resultado de cambios en la población, la actividad agrícola, la eficiencia del manejo y las tasas de crecimiento del PIB.

El Índice de los Recursos Renovables Reales del Agua (IRA) al 2005 en el estado de Tlaxcala se estima del orden de 193 m³ por habitante, aproximadamen-

te el 19% del mínimo recomendable, y comparable a valores en regiones como Yemen, al sur de Arabia Saudita.

El escenario pesimista indica que los niveles de eficiencia no cambian, la superficie bajo riego permanece constante, la población crece según las estimaciones del CONAPO y la demanda del agua para la industria crece al 2% anual. Proyectando el IRA a 2030, se estima que llegue a ser de 113 m³ por habitante, muy por debajo de los 1,000 m³ por habitante que recomiendan organismos internacionales como mínimo adecuado.

El escenario medio apunta a que los niveles de eficiencia cambien en lo que respecta a riego, y que la extracción se reduce a una tasa de 1% por año; la superficie bajo riego permanece constante y la población crece según las estimaciones del CONAPO y la demanda del agua para la industria crece al 2% anual. En este caso, el IRA a 2030 llega a ser de 189 m³ por habitante al año, observando prácticamente un valor constante en 2015 y 2030, aunque muy bajo.

Finalmente, el escenario optimista considera que los niveles de eficiencia se cambien en el uso del agua de riego y la extracción se reduce hasta alcanzar láminas de 80 cm en 10 años y láminas de 60 cm en 25 años. La superficie bajo riego permanece constante, pero se compacta para facilitar su mecanización, la población crece según las estimaciones del CONAPO y la demanda del agua para la industria crece al 2% anual. En este caso el IRA a 2030 llega a ser de 275 m³ por habitante, aun bajo pero más cercano al actual.

La información proporcionada sobre escenarios de cambio climático para el estado de Tlaxcala indica que los aumentos de la temperatura, combinados con el déficit de precipitación, resultan tanto en una disminución de humedad en el suelo de entre 5 y 10% en los meses de primavera, como en un retraso en el establecimiento de un superávit de humedad en el suelo del orden de un mes. Tal proyección agrava aún más los escenarios anteriores. Por ello, se han propuesto algunas estrategias de adaptación entre las que resaltan:

Las medidas de adaptación prevén intensificar acciones para moderar la demanda y en términos de control de la contaminación. Para este fin la participación pública es esencial. Aunque se pueden plantear estrategias de recarga de acuíferos, plantas de tratamiento de agua, programas de cultura del agua, mejoras en el riego, el elemento más importante parece seguir siendo la gobernabilidad para llegar a una administración eficiente del recurso.

Conclusiones

Los resultados de este proyecto se concretaron gracias a la interacción con los actores clave de cada sector. A través de un constante diálogo con las instituciones, habitantes y tomadores de decisiones se logró realizar un diagnóstico regional de la vulnerabilidad de los sectores ante amenazas climáticas y no climáticas. Asimismo, se logró avanzar en propuestas de adapta-

ción por consenso, que lleven a una aceptación de las mismas entre la mayoría de las partes interesadas. Es claro que las acciones de reducción de vulnerabilidad en agua, agricultura y bosques deben considerar un tratamiento integral, pues los esfuerzos en uno de estos sectores requieren la participación de los otros. Tal es el reto próximo del proyecto, que permitirá llegar a una Estrategia Nacional de Adaptación ante el cambio climático.

Estudio de adaptación en el sector agua urbana en Hermosillo, Sonora¹

INE/CCA-UNAM

El clima del norte de México es esencialmente semiárido. La evaporación excede la precipitación y por tanto existe un importante déficit de humedad en el suelo. La precipitación promedio anual en el estado de Sonora, México, es de aproximadamente 428 mm, y en la región de Hermosillo, Sonora, México, varía entre 250 y 300 mm. La mayor parte de la precipitación ocurre en los meses de verano y está asociada con el llamado Monzón Mexicano. En invierno, algunos frentes fríos llegan a producir lluvias y nevadas en las partes altas del estado. Por otro lado, la temperatura media anual en Hermosillo varía entre 15 y 25 °C. Sin embargo, en la mayor parte del año las temperaturas máximas están por arriba de 30 °C, y en algunos casos, éstas pueden alcanzar los 45 °C. Existen marcadas variaciones interdecadales en la temperatura media anual. La década de los 70 y 80 fue relativamente fresca, resultado de mayores precipitaciones y nubosidad.

A través de generación de escenarios de cambio climático con varios modelos y escenarios de emisiones, se proyecta que la tendencia en Sonora será de un clima:

- I. más cálido y con menos lluvia, o
- II. más cálido y con un poco más de lluvia y aguaceros.

¹ Disponible en www.ine.gob.mx

Cualquiera que éste sea, habrá mayor evaporación, menor humedad del suelo, menos escurrimientos e infiltraciones y por tanto, menor disponibilidad de agua y aumento tanto en la extracción de agua de los acuíferos como en el consumo de energía por aparatos de aire acondicionado para mantener el confort humano.

En Hermosillo, Sonora, el principal problema a enfrentar bajo cambio climático es la disponibilidad de agua (Figura IV.14). La mayor fuente del recurso se encuentra en los acuíferos de la región, los cuales son sobreexplotados principalmente por bombeo e irrigación en agricultura. La competencia por el agua entre sectores, como el urbano y el agrícola, va en aumento. Si se considera el desarrollo industrial reciente de la región, y el potencial desarrollo del sector turismo, la situación se agravará aun más (INE, 2004c).

Como en muchos estados del norte del país, los aumentos en la demanda de agua y la baja disponibilidad del recurso llevan a problemas sociales, económicos y políticos. Este es el caso de la ciudad de Hermosillo, Sonora, donde incluso las propuestas de campaña de los políticos hacen referencia al problema del agua. Hermosillo posee una de las tasas de crecimiento poblacional más altas del país, debido principalmente a la inmigración de pobladores de la región noroeste. Aunado a consumos elevados de agua por persona,

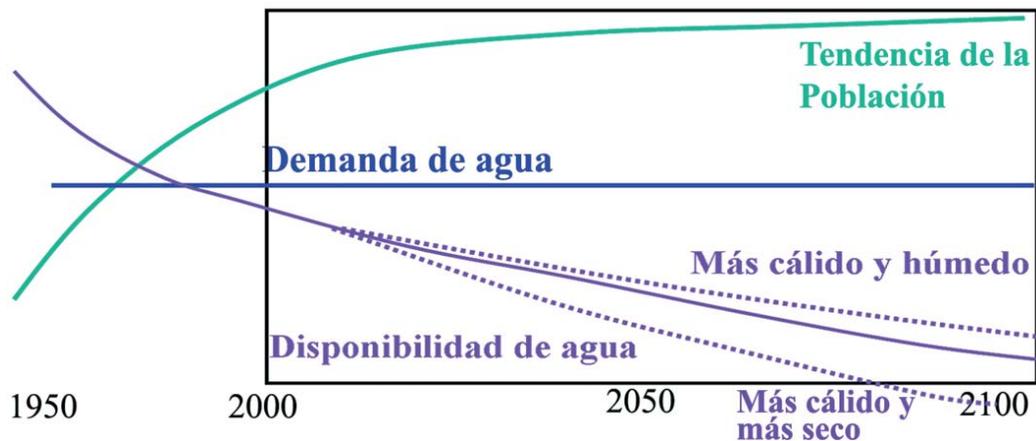
del orden de 300 l/hab/día, el sector urbano enfrenta desde ahora una condición de gran presión sobre el recurso.

Para conocer las capacidades de adaptación al cambio climático en México, en particular en el sector agua de Sonora, la División de Programas Globales de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (US EPA), en colaboración con el INE, apoyaron un estudio sobre “Vulnerabilidad y Apoyo a la Adaptación en México”. El proyecto dio inicio a principios de 2001 con discusiones sobre el tema de cambio climático y adaptación para:

- Identificar y evaluar esquemas de adaptación al impacto esperado del cambio climático futuro, especialmente en el recurso agua en el norte de México.
- Trabajar con actores clave en el problema del agua para identificar, analizar y priorizar las estrategias de adaptación sugeridas en relación con condiciones extremas del clima.
- Examinar la posible extrapolación de las medidas de adaptación propuestas a otros lugares de México con problemas similares.

Un elemento de gran importancia dentro del proyecto fue la participación de los actores clave en el pro-

FIGURA IV.14 TENDENCIAS DE LA DISPONIBILIDAD DE AGUA ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO.



blema del agua, a los cuales se les explicó el significado del cambio climático y por qué representa un riesgo para la región de Hermosillo (Eakin *et al.*, 2006). El trabajo llevó a construir propuestas de adaptación que fueran viables y que sirvieran a los tomadores de decisiones del sector agua de Hermosillo. Las propuestas de adaptación resultantes fueron esencialmente tres (Cuadro IV.4).

Al concluir el proyecto, se inició el trabajo del programa de cultura del agua y el proyecto entró en una etapa de evaluación para medir el impacto de tal medida. Quizá el mayor éxito del proyecto ha sido mostrar que es posible llevar el tema de cambio climático a las agendas de desarrollo, más allá de un punto de vista puramente académico, contando con la participación de actores clave. Se espera que los trabajos sobre

el tema de adaptación al cambio climático continúen y lleven a acciones que reduzcan la vulnerabilidad en el sector agua del estado.

Adaptación y vulnerabilidad frente a la variabilidad del clima y el cambio climático en la gestión del agua en algunas zonas rurales de México*

Colegio de México/CCA-UNAM

De los diversos sectores sociales que se verían afectados por la intensificación de los efectos de la variabilidad climática, el sector rural de subsistencia localizado en condiciones climáticas adversas es el más desprotegido. Si la habilidad para adaptarse a la variabilidad

CUADRO IV.4 PROPUESTAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO, IDENTIFICADAS PARA EL SECTOR AGUA EN LA REGIÓN DE HERMOSILLO, SONORA.

ADAPTACIÓN	EFICACIA	PLAZO	COSTO	VIALIDAD	ACTORES	IMPACTO
Cultura de agua (sistemas ahorradores)	Alta	1 a 3 años (dependiendo del financiamiento)	Bajo (recuperable)	Alta	Agua de Hermosillo y usuarios CNA. Comerciantes y Empresas	Ahorro de energía y dinero
Materiales de construcción y diseños de casas "frescas"	Medio	20 años	Bajo (en comparación con otros sistemas de construcción)	Media	Promotores e instituciones públicas, científicos y gremios	Ahorros de energía, menor generación de residuos, bienestar social y salud humana.
Captura y control de agua de lluvia bajo eventos extremos	Alta	10 años (mediano plazo)	Bajo (depende la maquinaria)	Alta localmente y media regionalmente	Gobierno Federal, Estatal y Municipal. Productores y campesinos	Control de inundaciones, disponibilidad de agua. ¿Impactos ecológicos?

* El presente proyecto fue parte de las actividades de investigación del Programa Agua, Medio Ambiente y Sociedad, del Programa de Investigadores Asociados de El Colegio de México, A.C. (PAMAS-COLMEX). El PAMAS fue financiado por la Fundación Gonzalo Río Arronte, I.A.P. y se desarrolló en El Colegio de México en colaboración con la Universidad Nacional Autónoma de México.

del clima y al cambio climático está determinada por la capacidad de las instituciones, la salud de la población, la ideología, la escala de planeación en el tiempo, el contexto legal y organizativo, la tecnología y la movilidad de la población; es urgente contar con propuestas viables para responder a la escasez de agua y a los eventos de sequía en regiones rurales pobres, desde la perspectiva de la organización social y productiva para la toma de decisiones en torno al manejo del recurso hídrico.

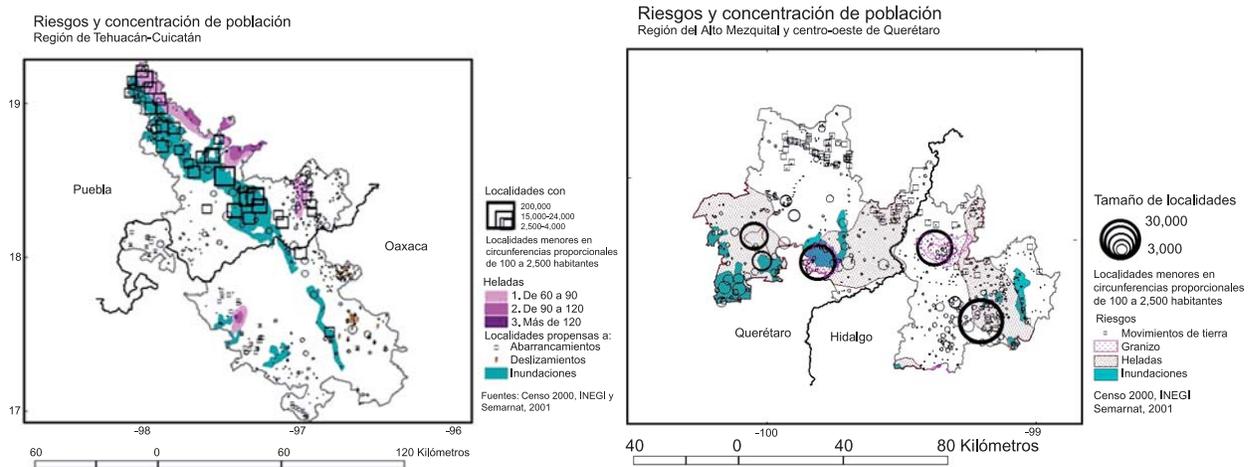
Este estudio se desarrolló en dos regiones rurales, la primera se localiza en la porción semiárida del Centro-Norte de México, en la parte septentrional de la Mixteca, en los límites de los estados de Puebla y Oaxaca (Tehuacán, Puebla); y la segunda región se localiza en el “Alto Mezquital”, en Hidalgo y centro-oeste de Querétaro. El análisis de la relación entre el manejo del agua, la vulnerabilidad y las estrategias de adaptación al cambio climático brindó elementos para el diseño de una política pública. A nivel nacional, la propuesta permitiría formalizar una estrategia aplicable a regiones semejantes.

Como parte del diagnóstico ambiental se dio énfasis a la caracterización climática, se describió la dinámica socioambiental y la vulnerabilidad del sector agrícola frente a los cambios en la disponibilidad del agua y la ocurrencia de eventos climáticos extremos. Se estudió la influencia de la política nacional y se

identificaron las estrategias de adaptación de grupos sociales a la variabilidad del clima, a través de ejercicios de consulta. Se diseñaron orientaciones de gestión del recurso hídrico y para la adaptación ante eventos hidrometeorológicos extremos, incorporando a diferentes actores sociales. A lo largo de las actividades del proyecto se contó con la colaboración de un comité asesor y la participación de diversas organizaciones gubernamentales y civiles.

La vulnerabilidad actual asociada con el cambio climático se caracterizará por la presencia de lluvias torrenciales y sequías severas con mayor frecuencia e intensidad. En el futuro, en ambas regiones los veranos serán más calientes y los inviernos más fríos. Algunas ciudades como Tehuacán, Tecamachalco, Cadereyta y Tolimán, donde se concentra un gran número de habitantes y de actividades económicas, ya son zonas de alto riesgo (Figura IV.15). En las dos regiones predomina hasta en 60% la agricultura de temporal, aunque también existen importantes áreas irrigadas. Lo accidentado de los suelos y las condiciones socioeconómicas hacen particularmente vulnerable al sector agrícola frente a los cambios del clima, a la disminución de las lluvias y la presencia de heladas. En relación con el problema del agua, éste no es de disponibilidad sino de administración del recurso, lo que ha originado graves conflictos por su acceso en las dos regiones. Existe una fuerte presión sobre el agua sub-

FIGURA IV.15 ZONAS DE RIESGO POR CONCENTRACIÓN DE UN GRAN NÚMERO DE HABITANTES Y DE ACTIVIDADES ECONÓMICAS.



terránea y se desconocen las reservas. El sector agrícola demanda cerca de 80% del agua, mientras que hay una crítica situación en el suministro de agua potable en zonas rurales.

Los resultados de las entrevistas muestran que el desempleo y la pobreza son los factores que más afectan al bienestar social; la variabilidad climática no agrava esta condición. Se encontró que diferentes localidades y sectores sociales cuentan con estrategias de adaptación ante la eventualidad climática, estas son la construcción y rehabilitación de galerías filtrantes y jagüeyes.

A partir del diagnóstico anterior se propusieron algunas orientaciones de política pública a nivel regional:

- El agua sería suficiente para el desarrollo si se lograra un manejo integral de los recursos hídricos, que permitiera garantizar el acceso a los sectores desprotegidos.
- Frente a cambios en el clima, los asentamientos humanos serán más vulnerables por sus requerimientos de agua, comida, y consumo energético para la regulación de la temperatura en casas e industrias.
- Existe un valioso potencial de organización comunitaria para el uso y el manejo del agua, y estrategias de adaptación social frente a condiciones de aridez, lo que puede ser útil para el diseño de políticas públicas regionales.
- El tema de los riesgos asociados al clima aún se trata de manera parcial y sectorial, se carece de estrategias articuladas entre instituciones que permitan atenuar o prevenir desastres.

A nivel nacional se destaca la creación de una institución especializada en la gestión de riesgos, con carácter transectorial, servicio civil de carrera, visión de largo plazo y un alto nivel jerárquico en la administración pública (Carabias y Landa, 2005). Se recomienda la incorporación de la información del clima en la gestión de los recursos hídricos, formar recursos humanos en meteorología operativa y pronósticos, y el fortalecimiento del análisis de

riesgos con estrategias de participación y comunicación social.

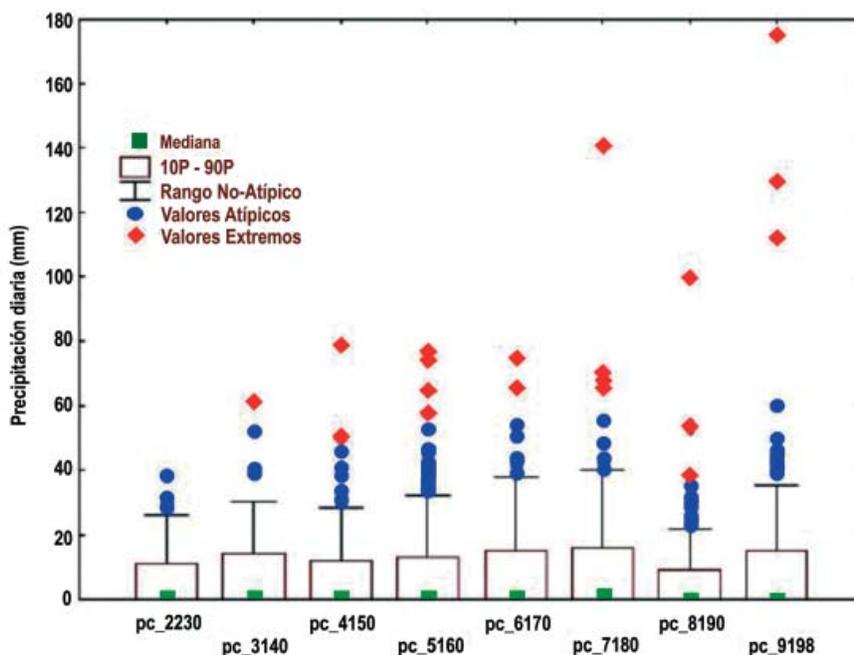
Vulnerabilidad del sector Energía INE/CCA-UNAM

El sector energético juega un papel fundamental en el futuro de México, como en el de cualquier país. Disponer de energía es una condición para el crecimiento económico. México es un país rico en recursos energéticos, tanto en energía eléctrica como en petróleo y gas natural. Sin embargo, el sector energía en México es vulnerable ante el cambio climático. De manera breve, en el futuro la producción y demanda de energía requerirán de modificaciones estructurales, dado que gran parte de su funcionamiento (por ejemplo, producción hidroeléctrica, seguridad de las plataformas petroleras) depende de eventos hidrometeorológicos extremos, temperaturas máximas y mínimas, así como la intensidad del viento (INE, 2006b).

Escenarios de clima futuro

De acuerdo con las proyecciones de cambio climático para México, se espera que el clima alrededor de 2020 sea entre 1.5 y 2.5 °C más caliente que en la actualidad. Los aumentos en la temperatura reflejarán, por ejemplo, un incremento de olas de calor que llevarán con frecuencia a incrementos en las temperaturas máximas y el número de días considerados muy cálidos. Se esperan cambios en el régimen de lluvias, con una ligera tendencia a menos lluvias en gran parte de México. Quizá lo más relevante para el sector energético es la proyección de un incremento en el número de eventos extremos. Basándose en observaciones, simulaciones con modelos bajo diversos escenarios de emisiones y principios físicos, se proyecta un incremento en la frecuencia de eventos extremos de precipitación, comparados con los que ocurren en la actualidad. En casi todas las regiones de México, es cada vez más frecuente que las precipitaciones sean más fuertes, como en Chiapas, donde la tendencia es a eventos extremos cada vez más intensos (Figura IV.16).

FIGURA IV.16 TENDENCIAS DE LOS EVENTOS EXTREMOS DE LLUVIA EN MOTOZINTLA, CHIAPAS.



Dado que las proyecciones de precipitación total tienen más incertidumbre, se podrán presentar también sequías intensas que disminuyan la disponibilidad de agua en el país. Un aumento en temperatura y disminución en precipitación resultará en menos disponibilidad de agua en las presas, afectando negativamente la producción de la hidroelectricidad.

Las proyecciones de ciclones tropicales indican que en la zona del Caribe y Golfo de México, así como en el Pacífico mexicano, la intensidad de los huracanes aumentará, volviéndose más frecuente la aparición de sistemas de categorías 4 y 5, con el consecuente aumento en la velocidad de los vientos, mareas de tormenta (oleaje) y precipitaciones.

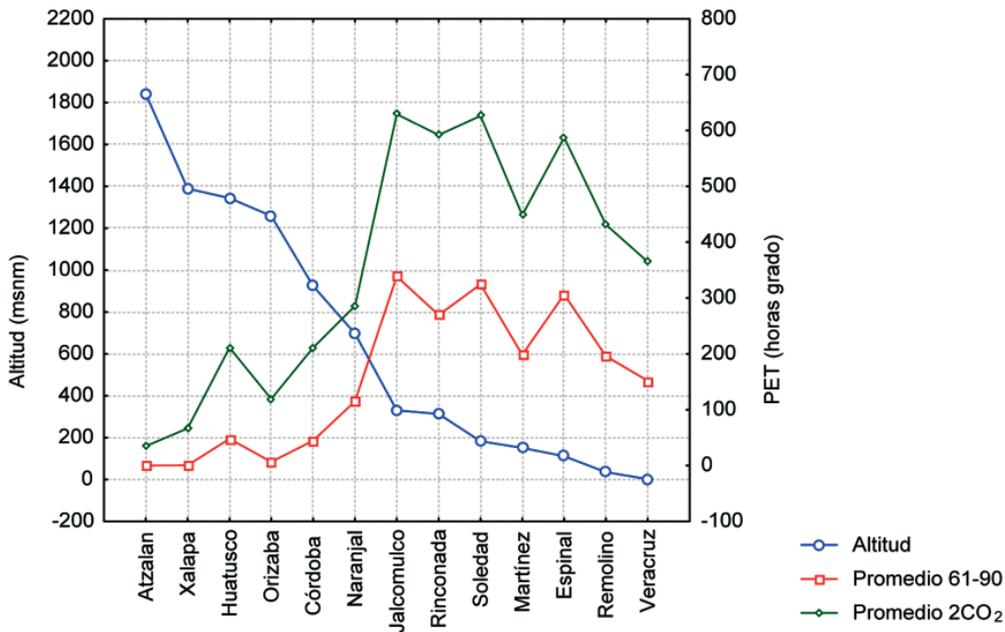
Demanda de energía en primavera-verano

Las demandas de energía eléctrica, principalmente en el norte de México, son altamente dependientes de las condiciones climáticas, pues de ello depende el confort humano. El aumento en sistemas de aire acondicionado en las zonas urbanas crece al aumentar la capacidad de consumo de los usuarios. Temperatura

y consumo seguirán aumentando. Los incrementos en consumo serán mayores cuando se presenten años anómalamente calurosos. Así, un incremento en la temperatura creará mayores necesidades de aire acondicionado en zonas cálidas. Por ejemplo, la demanda de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de enfriamiento del sector residencial en el estado de Veracruz, bajo escenarios de cambio climático y diagnósticos de bioclima humano, indican un aumento en la demanda de energía. La Temperatura Fisiológica Equivalente (PET), entendida como el equivalente a la temperatura de aire en calma que experimentaría un sujeto sedentario, sano, a la sombra, vestido con ropa de trabajo, si la humedad relativa fuera de 100%, estimada en un clima más cálido, sugiere un doblamiento en las necesidades de enfriamiento para mantener un nivel de confort adecuado (Figura IV.17).

El periodo de aplicación de las tarifas de verano que aplica la Comisión Federal de Electricidad (CFE) comprende descuentos en los 6 meses más cálidos del año, de acuerdo con las observaciones de las estaciones termométricas que rigen en cada localidad. Sin embargo, las tendencias del cambio climático proyec-

FIGURA IV.17 COMPARACIÓN DE LAS NECESIDADES DE ENFRIAMIENTO BAJO CONDICIONES ACTUALES (1961-1990) Y CONDICIONES DE CAMBIO CLIMÁTICO, ESTIMADAS A TRAVÉS DEL PET PARA EL ESTADO DE VERACRUZ.



tan aumentos en la duración de la época de calor, por ejemplo en Nayarit (Figura IV.18). En años recientes, se han incrementado las demandas para que las tarifas de verano inicien por lo menos un mes antes en varios estados del norte de México.

Los aumentos en temperatura proyectados al 2020 implican que la demanda aumentará al menos en 30% en el estado de Sonora. Si se añade el crecimiento de la población y por tanto un mayor número de usuarios, los retos para satisfacer la demanda de energía crecerán.

Generación de energía hidroeléctrica

Los proyectos hidroeléctricos se diseñan generalmente para un régimen determinado del caudal de un río, incluyendo un margen de seguridad. Los cambios proyectados del clima sugieren una reducción en las escurrientías de por lo menos 10% para el 2050 en gran parte del norte de México, y aun mayores hacia la zona sur. Se sabe lo suficiente como para afirmar que el pe-

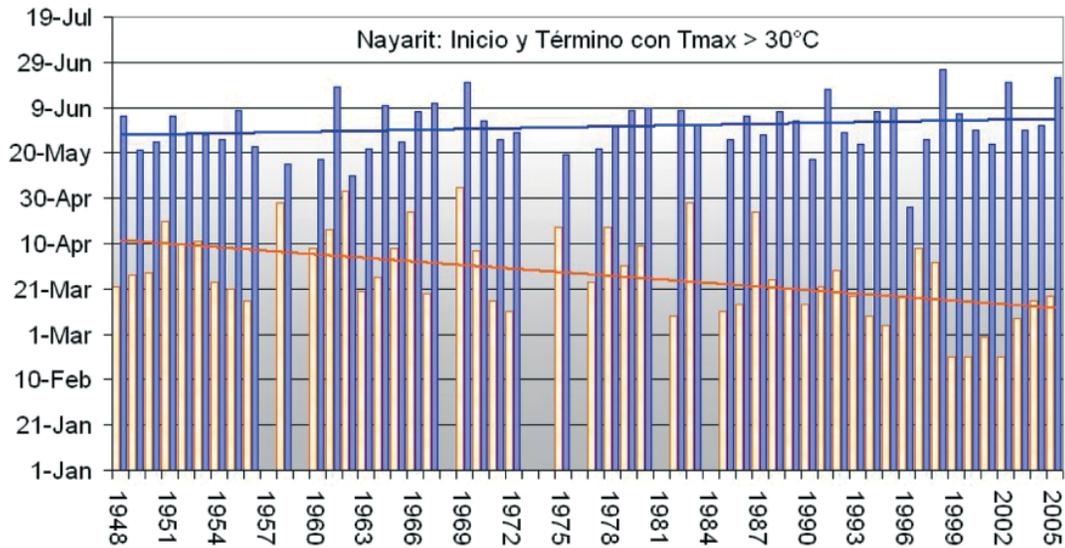
ligro de bajos niveles en presas, por disminución en caudales, es alto.

Por otro lado, bajo el aumento proyectado en eventos de precipitación extrema, se incrementan las posibilidades de que en periodos cortos se llegue a niveles de presas que constituyan un riesgo. Bajo tales condiciones, los proyectos actuales y futuros de generación de energía hidroeléctrica requerirán una consideración seria del riesgo que se enfrentará bajo un ciclo hidrológico más intenso y un manejo que considere información hidrometeorológica más profunda. Los proyectos de generación de energía actuales y futuros deben considerar una variabilidad climática aumentada, por lo que los sistemas de información climática serán de primordial importancia.

Líneas de transmisión, eficiencia e infraestructura

Por otro lado, se debe considerar que el sistema eléctrico de transmisión es afectado cuando las líneas de

FIGURA IV.18 TENDENCIAS EN LAS FECHAS PROMEDIO DE INICIO Y TÉRMINO DE LOS PERIODOS CON TEMPERATURA MÁXIMA MAYOR A 30°C, EN NAYARIT.



La línea naranja indica la tendencia del inicio del periodo cálido y la línea azul la tendencia del término.

energía ceden ante temperaturas altas y bajo condiciones de vientos extremos que pueden dañar los cables y torres de transmisión de alto voltaje. La combinación del calor extremo y de la demanda agregada de electricidad para aparatos de aire acondicionado hace que las líneas de transmisión sufran sobrecalentamiento.

Hasta marzo de 2006, la longitud de líneas de alta y baja tensión fue de 45,763 km y 598,988 km, respectivamente, con un crecimiento de casi 30% en el primer caso y de 24% en el segundo caso durante los últimos diez años. Por ello, cada vez tiene mayor importancia considerar las condiciones de temperatura en la transmisión de energía eléctrica.

Los efectos del cambio climático en los sistemas de transmisión no se limitan a cambios en la conducción por las líneas de transmisión, sino que pueden afectar la infraestructura misma de las torres. Los acontecimientos recientes en la Península de Yucatán en relación con el huracán Wilma, dieron una imagen de la vulnerabilidad de las torres ante vientos intensos. Diversos estudios de ingeniería estiman que la resistencia de las torres de transmisión a vientos de huracán enfrentará presiones más intensas. Por ejemplo, bajo un cambio de 10% en la intensidad de los vientos, como los que se

prevén bajo huracanes más intensos (entre 33-42 m/s), la presión total en la torre aumentará en 20%, aumentando el riesgo de daños a la infraestructura.

Los impactos de huracanes más intensos en el sector energético no se limitan a las líneas de transmisión de energía eléctrica. Quizá sea la infraestructura de las plataformas petroleras la que se encuentre ante un riesgo mayor por causa del cambio climático. Los vientos de huracán y las olas que producen obligan con frecuencia a parar operaciones y evacuar personal de las plataformas con graves pérdidas para la industria del petróleo. En el Golfo de México existen más de ciento cincuenta plataformas expuestas a fenómenos extremos como los huracanes. Si se considera un tiempo medio de vida de las plataformas de más de treinta o cuarenta años, los factores relacionados con el cambio climático tendrán que ser tomados en cuenta para mantener en condiciones de funcionamiento adecuado a las sondas del Golfo de México.

Conclusiones

La mayor parte de los escenarios de cambio climático corresponden a condiciones que se convierten en ma-

yor amenaza para el sector energético de nuestro país. Los aspectos relacionados a eventos extremos son quizá a los que mayor atención se debe prestar para diseñar estrategias de adaptación en el sector. Desafortunadamente, aún existe cierta incertidumbre en cuanto a la distribución espacial de las proyecciones como para definir con mayor precisión qué regiones debieran ser atendidas prioritariamente. Por ejemplo, aunque es muy probable que la intensidad de los huracanes aumente, es poco claro si las trayectorias dominantes o el número de eventos cambiarán. Dicha incertidumbre sin embargo, no debe usarse como pretexto para no considerar con mayor importancia al cambio climático en los planes de desarrollo del sector.

El cambio climático y la salud de la población en México

INE/Instituto Nacional de Salud Pública

En años recientes, se presta más importancia a las relaciones clima y salud para poder plantear estrategias que hagan menos vulnerable a la población ante condiciones extremas en el clima. El cambio climático se ha convertido en una amenaza para la salud de la población por lo que es necesario trabajar en materia de adaptación que haga menos vulnerable a la población en el futuro cercano. Para entender los efectos del cambio climático en la salud, el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2004) propone generar escenarios epidemiológicos considerando variables climáticas que pueden relacionarse directa o indirectamente con la salud de diversos grupos y regiones, así como variables relacionadas con la etiología de cada enfermedad y variables de la vulnerabilidad de la población ante los impactos del cambio climático.

Los eventos climáticos relacionados con afectaciones a la salud de la población mexicana están relacionados con temperaturas y condiciones de humedad extremas, que llevan a condiciones para la aparición de brotes de enfermedades como golpes de calor, enfermedades transmitidas por vector y transmitidas por agua y alimentos.

Golpes de calor

El efecto más directo del cambio climático en la salud humana es y será el de los golpes de calor, el cual tiene mayor impacto en la población mayor de 65 años y en las personas con enfermedades previas. En el caso de México la mortalidad por golpe de calor parece estar asociada con el calentamiento, especialmente en estados con temperaturas extremas (Figura IV.19).

Los estados con mayor mortalidad son Sonora y Baja California. Mediante registros climáticos y de mortalidad de 1979 al 2003 se observa que en 1998, uno de los años más calurosos de las últimas décadas, se incrementaron las muertes por esta causa.

En el caso de Sonora, los incrementos en un grado centígrado llevan a incrementos significativos en la mortalidad por golpe de calor de alrededor de 1.2%, mientras que en Baja California el incremento promedio es de casi 1.3%.

Por ello, se puede decir que el riesgo de muertes por golpes de calor aumentará en el futuro por efecto del calentamiento global del planeta que llevará a que en esta región de México se presenten incrementos entre 1 y 2 °C en los próximos veinte años, a menos que se trabaje en una estrategia de protección con los grupos más vulnerables, es decir, los adultos mayores.

Enfermedades transmitidas por vector: dengue y paludismo

Están bien documentados los efectos de temperatura sobre los vectores y los parásitos del dengue y del paludismo. Sin embargo, el número de casos se ha incrementado en zonas endémicas. Es muy probable que el aumento de temperatura y la presencia de lluvias intensas sea parte de la razón para tal incremento.

En México el paludismo afecta principalmente las localidades rurales de difícil acceso, en los estados de Chiapas, Campeche, Chihuahua, Oaxaca, Sinaloa y Quintana Roo. El número de casos de dengue se ha incrementado desde 1995, siendo los estados de Chiapas, Colima, Guerrero, Nuevo León, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Veracruz los de mayor riesgo para contraer esta enfermedad. Considerando datos climáticos, de

FIGURA IV.19 MORTALIDAD POR GOLPES DE CALOR ENTRE 1979 Y 2003.



mortalidad (1979 a 2004) y de morbilidad (1998 a 2004) en estas enfermedades, se encuentra que los efectos del incremento en la temperatura en relación con el número de casos de dengue están relacionados. En Veracruz, Nuevo León, Guerrero y Colima el incremento en 1 °C en la temperatura se relaciona con el aumento en casos de dengue; los casos más extremos ocurren en Colima y Guerrero, donde por cada grado centígrado de incremento en la temperatura ambiente los casos de dengue aumentan entre 1.5 y 2% (SSA, 2001).

Al analizar los datos de morbilidad por paludismo, los datos muestran relaciones estadísticamente significativas, tanto positivas como negativas. Entre los hallazgos más sobresalientes, el efecto del incremento de un grado centígrado en la temperatura se relaciona con incrementos entre 1.15% y 1.06% en la ocurrencia de enfermos por paludismo, en Chiapas y Sinaloa, respectivamente (Cuadro IV.5).

Se puede concluir que en algunos estados, un incremento de las Enfermedades Transmitidas por Vector

(dengue y paludismo) está asociado con el aumento de temperaturas y con la precipitación como covariable. El cambio climático favorecerá un clima más calido, por lo que en episodios de fuertes precipitaciones, el riesgo de brotes de estas enfermedades aumentará. Si bien existen algunas incertidumbres en cuanto a las relaciones causa-efecto, la amenaza a la salud por enfermedades como el dengue o paludismo conlleva un riesgo que se debe considerar seriamente. En todo caso es recomendable considerar factores adicionales, como la presencia de serotipos circulantes o las actividades del programa de control de vectores con la finalidad de confirmar las relaciones clima-enfermedades transmitidas por vector.

Enfermedad diarreica aguda

Entre las enfermedades transmitidas por el agua y alimentos, la incidencia por Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) ocupa el 4° lugar desde 1997 en México,

CUADRO IV.5 RELACIONES ENTRE MORBILIDAD POR DENGUE Y PALUDISMO, Y TEMPERATURA AMBIENTE, AJUSTADAS POR PRECIPITACIÓN MENSUAL ACUMULADA. 1998-2004.

Entidad federativa	Dengue			Paludismo		
	Coficiente	IC 95%		Coficiente	IC 95%	
Chiapas	-0.21	-0.23	-0.21	0.14	0.13	0.16
Colima	0.62	0.60	0.62	-	-	-
Guerrero	0.34	0.32	0.34	-0.18	-0.22	-0.14
Nuevo León	0.04	0.03	0.04	-	-	-
Oaxaca	-0.06	-0.11	-0.06	0.12	0.10	0.14
Sinaloa	0.06	0.06	0.06	0.08	0.07	0.09
Tamaulipas	0.02	0.01	0.02	-	-	-
Veracruz	0.10	0.10	0.10	-0.08	-0.16	-0.00

principalmente en niños menores de un año, siendo la tercera causa de mortalidad en la población preescolar. En los estados del sur del país hay regiones donde la probabilidad de morir por diarreas es hasta diez veces más alta que en los estados del norte, sobre todo en las regiones más pobres.

A pesar del decremento en la tendencia, tanto de morbilidad como de mortalidad, por EDA en México, las altas temperaturas tienden a incrementar la posibilidad de padecer estas enfermedades (Figura IV.20).

En Chiapas y Puebla, al incrementarse un grado centígrado la temperatura ambiente se tiene un aumento promedio de 1.07% en la morbilidad por enfermedad diarreica aguda. Guerrero resulta ser un caso ambivalente ya que el incremento en la temperatura ambiente se asocia con una disminución de 1.02% de los casos, mientras que un incremento en la temperatura máxima se asocia con un incremento de 1.03% de los casos de morbilidad por enfermedad diarreica aguda.

Se puede concluir que existe una relación positiva y consistente entre la morbilidad por EDAs y la temperatura máxima. El efecto protector con la mortalidad podría explicarse por el manejo del diagnóstico y tratamiento de esta enfermedad por el sector salud, a la detección temprana de síntomas y a las acciones adecuadas para tratarlas (por ejemplo, suero oral).

Conclusiones

Las investigaciones sobre los efectos del cambio climático y la salud poblacional son incipientes en México. De acuerdo con el análisis realizado para algunas enfermedades relacionadas con el clima, se observa cómo los grupos vulnerables pueden verse afectados directamente como en el caso de los golpes de calor e indirectamente a través de alteraciones en el ciclo de vida de vectores y parásitos, como en el caso del dengue y las enfermedades diarreicas.

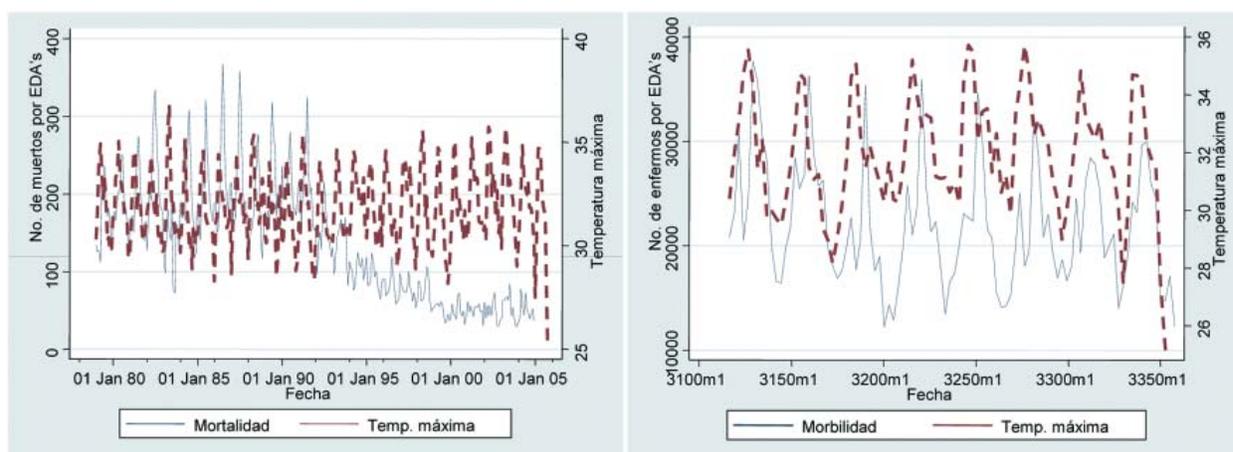
Se recomienda una mayor investigación en este tema que ayuden al desarrollo de sistemas de alerta temprana, así como la protección de grupos vulnerables en temporadas de calor en los estados del norte de México y vigilancia en la calidad del agua, principalmente en poblaciones al sur del país.

Cambio climático y biodiversidad

INE/ Instituto de Biología-UNAM

De los elementos del medio natural que se verán modificados con el cambio climático, destaca la diversidad biológica tanto aquella relacionada con la diversidad de especies, como la referente a la riqueza

FIGURA IV.20 TEMPERATURAS MÁXIMAS, MORTALIDAD (1979-2004) Y MORBILIDAD (1998-2004)
POR ENFERMEDAD DIARREICA AGUDA EN CHIAPAS.



de ecosistemas y la riqueza genética. México es considerado como uno de los cinco países de mayor diversidad biológica con el 60% de la riqueza biológica del planeta. Nuestro territorio es uno de los mayores centros de biodiversidad en el mundo. De los grupos biológicos más representativos y más susceptibles a las modificaciones del hábitat destacan los vertebrados. Nuestro país cuenta con cerca de 530 especies de mamíferos registradas, de las cerca de 5,100 en el mundo, ocupando el tercer lugar después de Indonesia y Brasil. A la presión de modificación del hábitat natural de este grupo debe agregarse el cambio climático que afectará su distribución actual, a menos que se implementen medidas adaptativas para su conservación (INE, 2006c).

Metodología para construir escenarios

Para este estudio se seleccionó un grupo de especies endémicas de vertebrados bajo los siguientes criterios:

- La literatura científica propone que los vertebrados son un grupo representativo e indicativo de diversidad biológica, por lo que las inferencias sobre impacto de deforestación y cambio climático puede extrapolarse a otros grupos biológicos.
- Los vertebrados son un grupo biológico bien conocido.

- Se intenta representar a un grupo de especies endémicas tanto de distribución amplia como restringida, por lo que los escenarios de distribución de especies bajo cambio climático incluyen especies de amplia o restringida tolerancia climática.

Una parte de la literatura reciente sobre el efecto del cambio climático en los componentes de la biodiversidad, coincide en utilizar modelos de distribución de especies. Estos modelos consideran la información de colecciones biológicas. La utilidad de estos métodos es su poder predictivo, ya sea en condiciones actuales o bajo escenarios de perturbación. Dentro de estos modelos predictivos destacan los algoritmos genéticos, basados en las teorías de inteligencia artificial. El algoritmo GARP (*Genetic Algorithm for Rule-set Prediction*; Stockwell y Peters, 1999) se basa en la selección de reglas que determinan la distribución de una especie en función de variables ambientales. Investigaciones recientes han demostrado la efectividad predictiva de GARP en grupos de fauna en México (Peterson *et al.*, 2001). El método GARP se enfoca a modelar el nicho ecológico, es decir, el espacio geográfico cuyas variables ambientales permiten que la especie sea capaz de mantener poblaciones viables. Bajo esta premisa, en este trabajo se construyen hipótesis sobre la distribución actual y futuras de las especies, considerando el impacto potencial de la deforestación y el cambio climático.

Para correr el modelo se incorporó la información de localidades de colecta de 40 especies endémicas de vertebrados de México. Las distribuciones de las especies endémicas de vertebrados terrestres seleccionadas fueron proyectadas mediante GARP en cuatro periodos de tiempo (actual, 2020, 2050 y 2080). Para cada especie, se generaron 100 corridas y seleccionaron las 10 mejores.

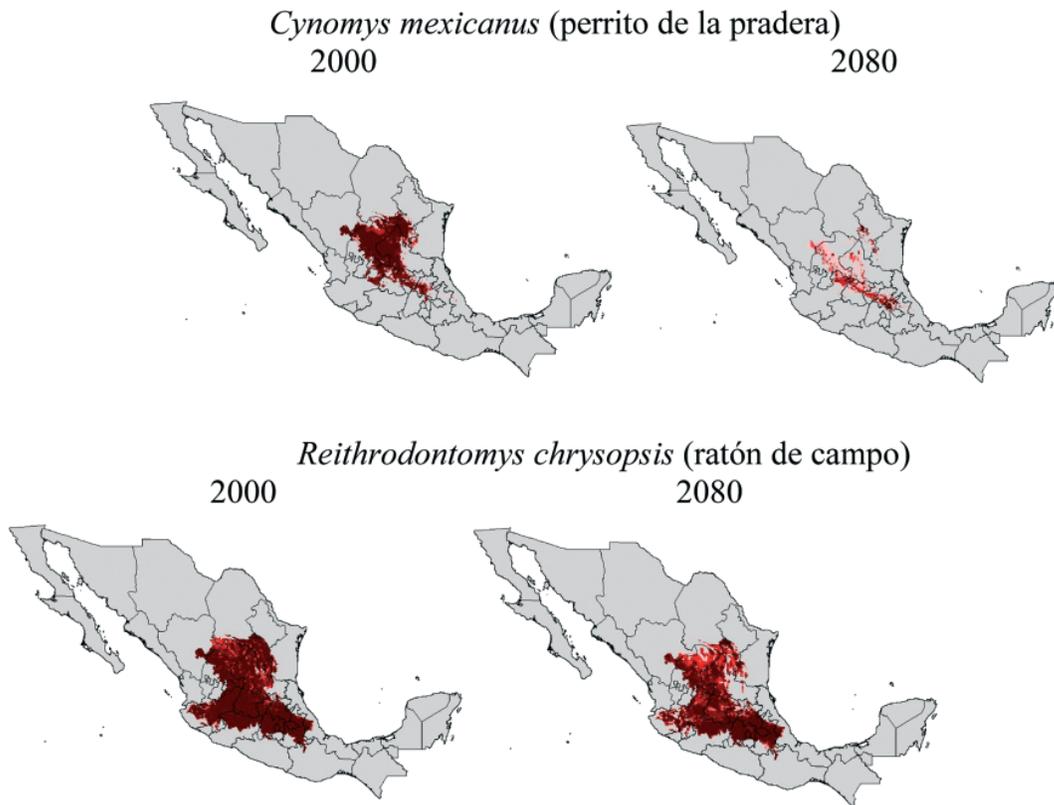
Proyecciones de las 40 especies endémicas bajo escenario de cambio climático

Los modelos de nicho ecológico de las especies de vertebrados endémicas seleccionadas fueron proyectados a condiciones actuales, y a los años 2020, 2050 y 2080, usando el escenario de cambio climático del PICC;

SRES A2 y B2 del *Canadian Centre for Climate Modelling Analysis* (CGCM2).

Los escenarios del impacto del cambio climático sobre las especies endémicas mostraron tendencias diferentes al impacto de la deforestación. En el caso del impacto del cambio climático, la región del Altiplano fue la que mostró la mayor reducción del área de distribución, tanto en los escenarios A2 y B2. Al comparar los resultados del impacto de la deforestación y el cambio climático, se observó una tendencia desfavorable en cuanto a la conservación de estas especies endémicas. Por un lado, las especies endémicas con distribución en el Altiplano y norte de México mostraron un menor impacto por efecto de la deforestación, pero mostraron un impacto significativo por impacto del cambio climático (Figura IV.21).

FIGURA IV.21 IMPACTO DEL CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE TRES ESPECIES ENDÉMICAS DE MÉXICO.



Se puede notar que el impacto del CC es más pronunciado en *Cynomys mexicanus*, con distribución en el Altiplano Mexicano en comparación con *Reithrodontomys chrysopsis*, con distribución en el Eje Neovolcánico.

Estas tendencias muestran que una porción significativa del país, tanto la región del Altiplano, como el norte de México, así como el Eje Neovolcánico y Neotrópico de México (Planicie del Golfo), deben considerar acciones relevante de conservación en virtud de que la deforestación y el cambio climático afectan de manera geográficamente diferencial a las especies endémicas incluidas en este estudio.

Escenarios del impacto de la deforestación sobre la distribución de especies

La evaluación del impacto de la deforestación sobre la distribución de las especies endémicas seleccionadas se basó en cuantificar la pérdida de área de distribución de los modelos de distribución potencial con los modelos de distribución actual. Así, los hábitat transformados en agrosistemas y asentamientos humanos, representan nichos ecológicos inviables para las especies seleccionadas.

Los resultados indican dos tendencias del impacto de la deforestación sobre la distribución de las especies de vertebrados endémicas seleccionadas. Por un lado, un escenario en relación con el porcentaje de pérdida de hábitat natural remanente dentro de la distribución de especies indica que, once especies endémicas (aproximadamente 25% del total) muestran menos del 50% de su distribución con hábitat remanente, de estas especies con alta reducción de hábitat natural remanente, cinco especies están en la lista de especies en peligro de extinción, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana (NOM-059). Además, cuatro especies incluidas en este grupo, no están consideradas en una categoría de conservación por dicha norma. Por tanto, un resultado objetivo de este estudio muestra que estas especies deberán ser consideradas en la lista de dicha norma para que tengan una protección legal. En este rubro, destaca la especie de *Dasyprocta mexicana*, la cual no está en la lista de dicha norma, pero que mostró una importante reducción de hábitat natural remanente en su distribución. En contraste, diez especies (25% del total) mostraron más del 75% de hábitat natural remanente dentro de su distribución; tres especies de este grupo

están incluidas como especies en peligro de extinción en dicha norma.

Esto sugiere la segunda tendencia relevante que implica que la pérdida de hábitat natural remanente está asociado más a la región geográfica que al tamaño del área de distribución *per se*. Por ejemplo, de las quince especies que mostraron < 60% de hábitat natural remanente en su distribución, trece de ellas presentaron una distribución en el este-sureste de México y en el Eje Neovolcánico.

Adaptación al cambio climático en humedales del Golfo de México

INE/Universidad Autónoma Metropolitana

El cambio climático es el mayor reto ambiental del siglo XXI en todo el mundo. En México, las áreas más vulnerables a los aumentos en la temperatura y cambios en el ciclo hidrológico son agua, bosques y agricultura. Esto no significa, sin embargo, que sectores como el de la salud, la energía o la biodiversidad y ecosistemas, entre otros, no vayan a ser afectados por las variaciones de clima. En las regiones costeras del Golfo de México, los impactos en el recurso hídrico y específicamente, en las regiones de humedales, pueden ser serios de no actuarse desde ahora. Los humedales realizan funciones medioambientales muy importantes que son críticas para la actividad económica en una amplia región del país.

Las regiones de este planeta clasificadas como humedales tienen un elemento en común: el agua. Se trata de ecosistemas muy productivos, esenciales para la conservación de la biodiversidad, pues mantienen al menos 40% de las especies de peces y de otros seres vivos, incluyendo aves acuáticas. Junto con los bosques lluviosos, los humedales son de los ecosistemas más amenazados, debido a su transformación, lo cual es resultado de programas de desarrollo inadecuados y la contaminación.

De acuerdo con la Convención sobre los Humedales “las extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estanca-

das o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros» son humedales. Los humedales tienen también gran valor cultural, pues en muchos de ellos hay sitios de importancia arqueológica o histórica reconocida a nivel mundial. En México, algunos son o están en Áreas Naturales Protegidas.

Muchos humedales contribuyen a la recarga de acuíferos subterráneos que almacenan 97% de las aguas dulces no congeladas del mundo y que en muchos casos son la única fuente de agua potable para millones de personas. El cambio climático y la consecuente alteración en el ciclo hidrológico constituye una amenaza de mayor magnitud para los humedales, amenazados de por sí debido a los cambios en el uso de suelo y la sobre-explotación del recurso agua. Bajo los escenarios de clima futuro, es muy probable que los humedales pierdan su esencia al disminuir el agua que los caracteriza, producto de una mayor evapotranspiración aunada a sobreexplotación del recurso. Las evaluaciones del PICC indican que México puede experimentar una disminución significativa en el escurrimiento, del orden del 10 al 20% a nivel nacional, y mayor al 40% en los humedales costeros del Golfo. A lo anterior se le tienen que sumar los impactos que los humedales del Golfo de México, el sector turismo y los asentamientos humanos enfrentarán por el incremento en el nivel medio del mar y por fenómenos extremos.

Por lo anterior, se requieren acciones urgentes para formular políticas y medidas de adaptación ante cambio climático que protejan los humedales, y sus funciones medioambientales y de su biodiversidad, principalmente en el Golfo de México. El INE y la Universidad Autónoma Metropolitana, han iniciado la fase de preparación de un proyecto multianual de cuatro años, con apoyo técnico y financiero del Fondo de Adaptación del GEF, a través del Banco Mundial, mediante el cual se instrumentarán medidas de adaptación al cambio climático en humedales del Golfo de México, con la finalidad de proteger sus funciones medioambientales y la rica biodiversidad ante los impactos del cambio climático (INE, 2006d).

El proyecto incluye la definición de los sitios de interés, el análisis de las condiciones socioeconómicas

de la región, un inventario de las especies de flora y fauna que existen en los sitios, así como diagnósticos hidroclimáticos que lleven a entender por qué el factor cambio climático resulta en amenaza. El análisis de los humedales y el medio llevarán a proponer e instrumentar estrategias de adaptación que reduzcan la vulnerabilidad de estos ecosistemas ante el cambio climático, con consideración especial en un mejor manejo de agua en la región.

Como primer paso para el estudio propuesto, se ha establecido un esquema de colaboración con científicos climáticos de Japón para analizar los escenarios futuros de cambio climático construidos con modelos de muy alta resolución espacial (20 km) (Figura IV.22). Dichos modelos son capaces de simular el efecto de nortes o huracanes en la zona del Golfo, fundamentales en el ciclo anual del clima regional. Dicha capacidad no existe en los modelos tradicionales, ya que su resolución es del orden de 300 km.

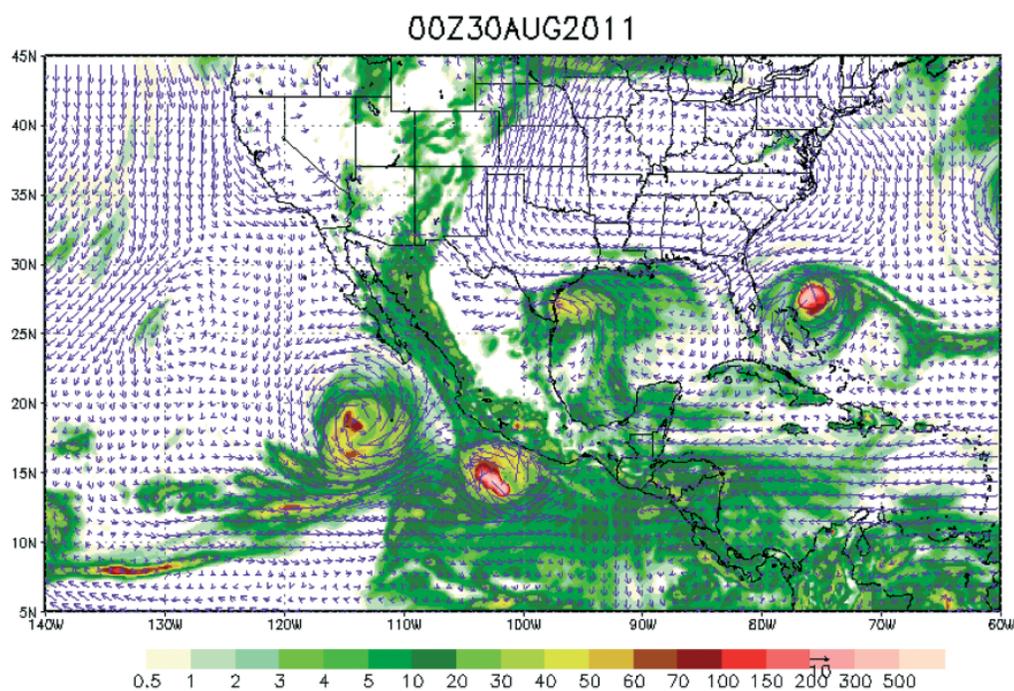
En los próximos meses se definirá la propuesta con mucho más detalle con el fin de iniciar lo antes posible las acciones de adaptación al cambio climático en las regiones de humedales del Golfo de México. El trabajo multidisciplinario, interinstitucional y de colaboración con actores clave, es una característica del estudio, por lo que las experiencias que se adquieran podrán contribuir a diseñar una mejor estrategia de adaptación al cambio climático en un mayor número de sectores y regiones de México.

Análisis de la vulnerabilidad y capacidad de adaptación al cambio climático en los sectores más relevantes del estado de Morelos

INE/Universidad Autónoma del Estado de Morelos

Actualmente, este estudio se encuentra en la fase final de desarrollo, en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Sus actividades están orientadas a la determinación de los impactos potenciales en los sectores agricultura y agua ante la variabilidad climática y el cambio climático en el estado de Morelos, México,

FIGURA IV.22 SIMULACIÓN DE EVENTOS EXTREMOS (HURACANES) USANDO EL EARTH SYSTEM SIMULATOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIONES METEOROLÓGICAS EN TSUKUBA, JAPÓN.



con la finalidad de identificar la capacidad de adaptación actual y futura, y la necesidad de implementar medidas de adaptación para afrontar los cambios en el clima (INE, 2006e).

En un diagnóstico preeliminar se destaca la importancia de la agricultura de temporal como una de las principales formas de sustento económico de la población del estado. Se identifica que en los últimos once años el porcentaje promedio de siniestralidad ha sido de 3.0%, siendo mayor en los años con presencia del fenómeno El Niño. Parte del análisis de las variables climáticas se ha centrado en el comportamiento anual de la precipitación y de la temperatura. Algunos resultados preliminares muestran que la tendencia del promedio de la temperatura es a aumentar, mientras en el caso de la precipitación es a disminuir. Asimismo, se están elaborando escenarios futuros para estas mismas variables, con la finalidad de evaluar los impactos del cambio climático para los años 2020, 2050 y 2080. Al respecto del sector agua, se caracterizó a las principales cuencas del estado y se recopilaron datos de disponibilidad y extracción del agua.

Se prevé que el impacto por cambio climático en la agricultura de temporal, en particular para el maíz, agudice la disminución en la superficie dedicada a este cultivo, provocando que en la región centro-sur del estado, donde tradicionalmente se cultiva, resulte inviable y eventualmente se sustituya por el cultivo de sorgo, grano que es utilizado como alimento para el ganado, lo anterior debido a la proyección en el aumento en las temperaturas promedio y a la disminución en las precipitaciones. Con respecto a la disponibilidad del agua, el impacto se observará principalmente en la región oriente del estado, afectando de manera importante las diversas actividades económicas de la región, entre las que destacan la agricultura, fruticultura y el sector industrial. Es importante resaltar que el deterioro de los bosques en la parte norte de la entidad contribuirá, de manera significativa, en la disponibilidad futura de este recurso.

Asimismo se ha avanzado en la definición de propuestas de adaptación para el cambio climático para el estado. Destacan para el caso del sector agua: reducir rezagos y limitaciones a la disponibilidad del agua; avanzar en el saneamiento integral de cuencas;

otorgar seguridad jurídica en el derecho al uso de aguas nacionales y bienes inherentes; contribuir al proceso de transición hacia el desarrollo sustentable y ampliar los canales de participación de la sociedad en la planeación y utilización del agua. Mientras que para el sector agrícola será indispensable atender las siguientes líneas: caracterización del territorio con potencial productivo agrícola; identificación de las cadenas productivas integrales para la agricultura; reconversión productiva del sector agrícola; contribuir al proceso de transición hacia el desarrollo sustentable de la actividad agrícola y ampliar los canales de participación de la sociedad en la planeación de dicha actividad.

Análisis de posibles impactos del cambio climático en el sector turismo: Cancún como estudio de caso

INE/Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

De acuerdo con las conclusiones del PICC, se tiene una alta probabilidad de que haya un aumento en olas de calor, tormentas intensas, temperaturas mínimas más altas con menos días fríos. También es probable que haya un aumento en la intensidad del viento máximo y la precipitación de los ciclones tropicales. Aunque con el tiempo, los decesos que producen los huracanes en México ha disminuido gracias a la implementación de Sistemas de Alerta Temprana, la infraestructura de zonas costeras, particularmente de aquellas amenazadas cada año por ciclones tropicales, está en riesgo y los costos de los desastres van en aumento. Los ejemplos de huracanes intensos como Gilberto en 1988 y Wilma en 2005, constituyen ejemplos de que regiones como Cancún son altamente vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos extremos. El sector turismo en particular, resultó seriamente afectado por el huracán Wilma, debido a los daños que sufrieron los hoteles.

El cambio climático resultará en aumentos en la temperatura de superficie del mar. Se proyecta que en dos o tres décadas, la temperatura de superficie del mar en el Caribe, Golfo de México y Pacífico Mexica-

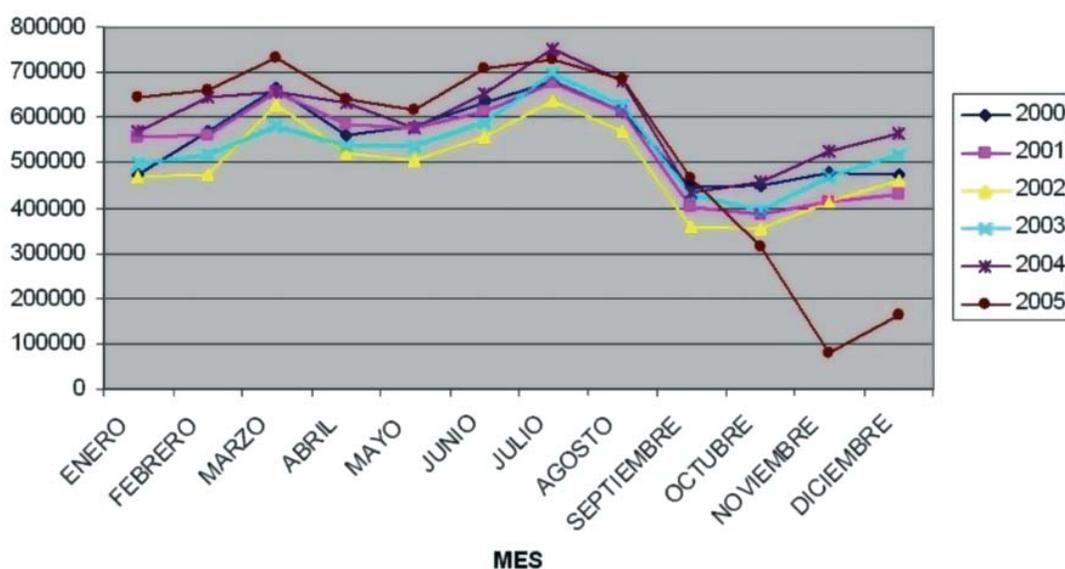
no podría aumentar entre 1 y 2 °C. Con base en consideraciones físicas, incrementos en la temperatura del mar aumentan la eficiencia de los ciclones tropicales, incrementando las probabilidades de que éstos alcancen categorías mayores en la escala Saffir-Simpson. En 2005, una anomalía de alrededor de 1.5 °C en la temperatura de superficie del Mar Caribe y Golfo de México se asoció con un incremento en el número de huracanes en la zona, principalmente de aquellos muy intensos (por ejemplo, Katrina y Wilma). Un doblamiento en las concentraciones de CO₂ produciría elevaciones en la temperatura de superficie del mar que resultarán muy probablemente en huracanes 16% más intensos (baja de presión en superficie), con aumentos de alrededor de 6% en vientos máximos y precipitaciones 18% más intensas alrededor del huracán (Knutson y Tuleya, 2004). Aunado al incremento proyectado en eventos extremos, se tiene el proceso de elevación en el nivel del mar, el cual modificará la zona costera. Cuando se combine con el efecto de marejada que ocurre durante las tormentas y huracanes, el daño aumentará en forma significativa, principalmente en las zonas cercanas a las playas y en las playas mismas (INE, 2006f).

Bajo los escenarios de cambio climático, las afectaciones a las actividades turísticas de zonas de playa como Cancún estarán asociadas a daños materiales en cientos de hoteles, miles de cuartos y miles de millones de dólares dejados de percibir por la retirada de vacacionistas y el descenso general de la demanda de servicios turísticos. Los daños que Wilma provocó a las importantes zonas turísticas de Cancún, Cozumel y Playa del Carmen, tuvieron un gran costo de reconstrucción en las zonas con daño estructural.

Quizá una de las consideraciones en las afectaciones que sufrirá Cancún ante cambio climático, es que la mayor actividad de huracanes en el Caribe se da en un periodo con relativamente baja actividad turística (Figura IV.23). Por otro lado, el real problema es que la recuperación puede tomar al menos tres meses y con ello, se puede pasar casi un tercio del año con pérdidas para el sector, tal y como ocurrió en 2005.

La historia de ciclones tropicales en el Océano Atlántico, la teoría de Intensidad Máxima Potencial y los

FIGURA IV.23 DISTRIBUCIÓN MENSUAL DE DÍAS DE OCUPACIÓN DE CUARTOS EN CANCÚN DURANTE LOS AÑOS 2000-2005.



Los meses de octubre a noviembre de 2005 muestran un claro descenso debido a las afectaciones producidas por el huracán Wilma, con la consecuente pérdida de ingresos. Gráfica generada con base en información del Sistema Mexicano de Información Turística y Sistemas de Información Turística de Quintana Roo.

modelos climáticos, muestran que incrementos en la temperatura de superficie del mar van acompañados de huracanes más intensos. Al relacionar las anomalías de temperatura en el Océano Atlántico con el número de huracanes intensos (de categorías 3, 4 y 5 en la escala Saffir-Simpson), se observó que anomalías positivas relativamente pequeñas de temperatura de superficie del mar (del orden de 1 °C), van acompañadas de un mayor número de huracanes intensos respecto a aquellos periodos de anomalías de temperatura negativas.

Seis de los diez huracanes más intensos de la historia del Océano Atlántico se han observado en el Mar Caribe. Los otros cuatro en el Golfo de México. Ante el calentamiento global previsto por el PICC, podemos esperar huracanes más intensos que los registrados hasta ahora en el Mar Caribe, por lo cual Cancún requiere tomar medidas de adaptación ante este hecho con el fin de mantener de forma sostenible y durante las siguientes décadas su actividad turística, social y económica.

Aun cuando la zona hotelera de Cancún ha llegado a cierta estabilidad debido a la ocupación casi total de la barra de arena que divide al Mar Caribe de la Bahía de Nichupté, existe un incremento poblacional considerable en la ciudad de Cancún (crecimiento porcentual entre los más grandes del país). Este incremento poblacional es aún mayor en el corredor turístico de la Riviera Maya, el cual también está expuesto a los efectos producidos por fenómenos meteorológicos extremos.

Acciones de adaptación recomendadas

Debido al incremento de la población, de construcciones y de vías de comunicación en las zonas de riesgo de México, en particular en las zonas costeras, se pueden esperar daños económicos más elevados en el futuro, ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos extremos. Para evitar pérdidas futuras en el país se requiere tomar medidas de adaptación. Buena par-

te de estas medidas pueden ser de diseño, rediseño e ingeniería.

Por ello, después de analizar la evidencia histórica y reciente en relación con el comportamiento de fenómenos atmosféricos intensos en el área del Mar Caribe, como los huracanes, y de realizar una serie de visitas a la ciudad de Cancún y Riviera Maya, se llega a una serie de conclusiones y recomendaciones con objeto de mantener de forma sostenible la actividad turística de Cancún:

- Implementar un reglamento de construcciones adecuado: Los elementos no estructurales (recubrimientos) son muy frágiles ante vientos fuertes. Se recomienda el uso de “cortinas” diseñadas para protegerlos de vientos extremos.
- Diseñar o rediseñar los hoteles y construcciones cercanas al Mar Caribe considerando la posibilidad de llegada de los efectos combinados entre la marea de tormenta y el oleaje de huracanes extremos (altura de ola del orden de 14 metros sobre el nivel del mar).
- Superar las deficiencias en los procedimientos específicos para la operación de todos los sistemas (por ejemplo, las telecomunicaciones) en caso de huracanes.
- Coordinar mejor las acciones de emergencia entre las instituciones y los hoteles.
- Reducir la vulnerabilidad de las vías de acceso (carreteras, caminos, aeropuerto).
- Establecer un centro dedicado a la administración de emergencias, lo suficientemente equipado y resistente.
- Establecer un sistema que apoye la toma de decisiones, más que acceso a información puntual o local.
- Asegurar el abasto apropiado de alimentos, útiles y herramientas posteriormente a cualquier contingencia.
- El flujo de información debe de ser realista y objetiva, antes durante y después de cualquier contingencia meteorológica.
- Incrementar la seguridad integral de los turistas y la población.

Vulnerabilidad y resiliencia ante el cambio climático: un análisis exploratorio para México

Científicos mexicanos de la Universidad de las Américas, Puebla, México, junto con la Universidad de Maryland, EUA, desarrollaron un estudio para determinar la vulnerabilidad y resiliencia de México, en cada una de sus entidades federativas, ante el cambio climático. Para ello se calculan índices a partir de variables económicas, de capital humano y del entorno ambiental, siguiendo el Modelo de Indicadores de Vulnerabilidad-Resiliencia (Cuadro IV.6).

Los resultados señalan que en 2000 el estado de Jalisco resultó ser el más “resiliente” ante el cambio climático, seguido por los estados de Nuevo León, Estado de México, Tamaulipas, Sinaloa, Sonora, Quintana Roo y Campeche, mientras que Oaxaca fue el que presentó menor resiliencia.

Reducción de la vulnerabilidad en sectores prioritarios de México

Sector SAGARPA

Algunos programas de SAGARPA contribuyen con acciones indirectas para la adaptación ante los impactos del cambio global. En general, estas acciones se orientan al uso sustentable de los recursos naturales y a mejorar el ingreso de los productores. Algunas de estas acciones contribuyen a reconocer el impacto del cambio climático en la producción agrícola, es decir, pueden considerarse acciones indirectas de adaptación (CICC, 2006).

Programa Integral de Agricultura Sostenible y Reconversión Productiva en Zonas de Siniestralidad Recurrente (PIASRE; de la CONAZA)

Este programa involucra acciones indirectas de adaptación que fomentan, con un carácter preventivo y en función de condiciones agroecológicas, procesos sustentables en regiones y áreas frecuentemente

CUADRO IV.6 RELACIÓN DE INDICADORES PARA EL CASO DE MÉXICO 2000, DENTRO DE LOS SECTORES DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y SENSIBILIDAD.

	SECTOR	INDICADOR / DATO	RELACIÓN FUNCIONAL	APROXIMACIÓN DE
Sensibilidad	Asentamientos e infraestructura	Población con riesgo por incremento en el nivel del mar.	A mayor población en riesgo por incremento en el nivel del mar, mayor sensibilidad.	Población que sería afectada por muerte o por tener que ser desplazada si aumenta el nivel del mar.
		Población sin acceso a agua potable de calidad	A mayor porcentaje de población sin acceso a agua potable y de calidad, mayor sensibilidad.	Población sin acceso a agua potable de calidad ante la variabilidad o cambio climático
		Población sin acceso a servicio de drenaje y alcantarillado	A mayor porcentaje de población sin acceso a servicios sanitarios de drenaje y alcantarillado, mayor sensibilidad.	Población sin acceso a servicios sanitarios de drenaje y alcantarillado
Seguridad alimentaría		Producción de cereal por superficie de tierra agrícola	A mayor producción de cereales por superficie de tierra agrícola, menor sensibilidad.	Grado de modernización en la agricultura; acceso de los productores a los insumos
		Índice de Riesgo Nutricional Modificado por la ingesta de proteína animal	A mayor Índice de Riesgo Nutricional Modificado, menor sensibilidad	Calidad nutrimental de la población
Salud		Tasa global de fecundidad	A mayor tasa global de fecundidad mayor sensibilidad	Condiciones de salud de la población, incluyendo la exposición a riesgos de enfermedades y el acceso a servicios de salud.
		Esperanza de vida al nacimiento	A mayor esperanza de vida, menor sensibilidad	
Ecosistema		Irrigación	A mayor porcentaje de irrigación mayor sensibilidad.	Grado de intrusión del ser humano en el paisaje natural y fragmentación del suelo

CUADRO IV.6 RELACIÓN DE INDICADORES PARA EL CASO DE MÉXICO 2000, DENTRO DE LOS SECTORES DE CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN Y SENSIBILIDAD (CONTINUACIÓN).

		Fertilizante utilizado por superficie de área cultivada	A mayor intensidad de fertilizantes utilizados por superficie de área, mayor será la sensibilidad.	Grado de presión al ecosistema por contaminación de nitrógeno y fósforo
	Recursos de agua	Grado de presión Precipitación	A mayor grado de presión, mayor sensibilidad.	Relación entre el volumen de agua concesionada y la disponibilidad natural de agua
Capacidad de adaptarse y hacer frente a un desastre.	Capacidad económica	Producto Interno Bruto, PIB per cápita	A mayor PIB per cápita, mayor capacidad de adaptación y capacidad de enfrentarse al cambio climático.	Contribución potencial del total de la población
		Índice Modificado de Desarrollo Humano, IMDH	A mayor IMDH, mayor capacidad de adaptación	Nivel de desarrollo social y humano de la población
	Recursos humanos y cívicos	Razón de dependencia	A mayor razón de dependencia menor capacidad de adaptación	Población dependiente de la población económicamente activa
		Promedio entre el alfabetismo y nivel de escolaridad	A mayor promedio entre alfabetismo y nivel de escolaridad, mayor capacidad de adaptarse y enfrentarse ante el cambio climático.	Capital humano y capacidad de adaptación de la fuerza de trabajo.
	Capacidad ambiental	Porcentaje de suelo no utilizado	A mayor porcentaje de suelo no utilizado, menor capacidad de adaptación	Fragmentación del paisaje y facilidad de migración del ecosistema
		Emisiones de SO ₂ / superficie de área	A mayor proporción de emisiones menor capacidad de adaptación	Calidad del aire y otros presiones sobre el ecosistema
		Densidad poblacional	A mayor densidad poblacional menor capacidad de adaptación	Presión y estrés de la población sobre el ecosistema.

afectadas por fenómenos climatológicos adversos que contribuyen a disminuir su productividad. Ello mediante una reconversión productiva orientada a procesos de producción más limpios y durables para un aprovechamiento sustentable de los recursos naturales locales, así como mediante el desarrollo de proyectos integrales.

Plan de Acción contra la Desertificación (PACD) en México (CONAZA)

La Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA) continúa aplicando el plan preventivo para detener el avance de la desertificación y degradación de tierras, con objeto de recuperar superficies degradadas para usos productivos. El objetivo final consiste en mantener y promover, respetando los límites ecológicos (de capacidad de carga de los ecosistemas y agroecosistemas), la productividad de las regiones áridas, semiáridas, subhúmedas y otras vulnerables a la degradación, con el propósito de mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Se trata de una campaña permanente para optimizar la productividad y obtener rendimientos sostenibles. En las regiones donde la desertificación es manifiesta, se conjuntan acciones para frenarla, revertirla y lograr un desarrollo productivo satisfactorio para sus pobladores.

Sector SEDESOL

Es diverso el conjunto de acciones que SEDESOL promueve, apoya o ejecuta y que contribuyen, directa o indirectamente, a incrementar las capacidades nacionales de adaptación ante los impactos del cambio climático global. Entre ellas destacan las asociadas al Programa Hábitat, el cual promueve y facilita la concurrencia de los tres órdenes de gobierno y la participación de las organizaciones de la sociedad civil en los barrios y zonas marginadas de las ciudades, para apoyar a los sectores de la población en situación de pobreza patrimonial (CICC, 2006).

Siendo ellas las poblaciones más expuestas y con mayor vulnerabilidad a los eventos climáticos extremos y a largo plazo al propio cambio climático, SEDESOL se concentra en la prevención de riesgos y el

mejoramiento ambiental. Entre las acciones vinculadas a la vulnerabilidad y la adaptación, destacan las que se mencionan a continuación.

Marco Estratégico para la Gestión del Riesgo de Desastres (GRD) en México

Realizado con el apoyo del Centro de Estudios para el Desarrollo Alternativo (CEDA), proporciona un marco teórico y conceptual para fundamentar y orientar las actividades relacionadas con la prevención de desastres. Esto permitirá que las instancias ejecutoras, principalmente las municipales desarrollen, bajo un enfoque integral, capacidades para el diseño de estrategias de prevención y mitigación adecuadas a la realidad local. La GRD permite identificar causas y visualizar soluciones a los riesgos existentes en contextos específicos, por lo que las acciones que se emprendan con el propósito de mitigar impactos de los fenómenos naturales y definir estrategias de adaptación ante ellos, contarán con un alto grado de certidumbre de orientación pertinente.

Programa Hábitat

A través del Programa y dentro del marco de la prevención de riesgos y mejoramiento ambiental, se han venido sensibilizando los tres órdenes de gobierno y la población asentada en las zonas más expuestas sobre la necesidad de establecer mecanismos de prevención de desastres y mitigación de riesgos. Los esfuerzos de planeación territorial se fundan en la generación de conocimientos específicos sobre los peligros de origen natural, a fin de diseñar políticas más efectivas de prevención de desastres que, como es el caso de los huracanes, parecen incrementar su frecuencia y, sobre todo, su intensidad, conforme se agudiza la variabilidad climática como efecto del cambio climático global.

Zonas metropolitanas y ciudades

Se busca reducir significativamente los niveles de riesgo a los que se encuentra expuesta una proporción

importante de la población residente en asentamientos humanos ante los impactos de fenómenos hidrometeorológicos extremos. El Programa ha financiado, entre otras, obras de desazolve de cauces fluviales, canalización de arroyos y construcción de bordos de contención.

Reubicación de familias asentadas en zonas de riesgo

Se promueve la reubicación de asentamientos humanos cuando no es posible, técnica o económicamente, realizar otras acciones que garanticen la seguridad de la población y sus bienes.

Definición de estrategias integrales para la prevención de desastres

Se apoya financiera y técnicamente a municipios, ciudades y zonas metropolitanas para la elaboración de estudios de riesgo o de atlas de peligros naturales. Una de las mayores carencias en la toma de decisiones en la materia es la falta de conocimientos, con bases científicas sólidas, sobre las amenazas de origen natural, muy especialmente las de tipo hidrometeorológico, a las que se encuentran expuestos muchos asentamientos humanos en el país. Las capacidades de adaptación —tanto como las de mitigación— no pueden desarrollarse adecuadamente si no existen suficientes conocimientos para orientar los esfuerzos a seguir en materia de prevención de desastres.

Programas Emergentes de Vivienda

La SEDESOL participa en la Comisión Intersecretarial de Gasto-Financiamiento para la atención de da-

ños derivados de desastres naturales. A través de los Programas Emergentes de Vivienda y con apoyo de los recursos del Fondo de Desastres Naturales (FONDEN) se iniciaron, durante el año 2005, acciones de reubicación asociadas a la multitud de eventos climáticos extremos que sufrió el país. Sólo en dicho año, la magnitud de los daños asociados a la ocurrencia de los huracanes Stan y Wilma que afectaron a siete estados de la República, en su mayor parte localizados en la región Sur-Sureste de México, hicieron necesario asignar recursos extraordinarios e iniciar alrededor de 30 mil acciones de reubicación de viviendas establecidas en zonas de riesgo, debido a que sufrieron daños irreparables. Estas acciones fueron financiadas en su totalidad con recursos federales.

Atlas de Riesgos ante fenómenos naturales

A la fecha se cuenta con Atlas para 44 ciudades, en las que residen alrededor de 14 millones de habitantes. Las acciones de identificación y zonificación de áreas expuestas a peligros naturales —insumos fundamentales para el diseño de medidas eficaces de protección—, muestran un crecimiento espectacular.

Guía Metodológica para la elaboración de Atlas de Peligros Naturales a nivel de ciudad y municipio

En 2005 se actualizó la Guía, incorporando los criterios necesarios para identificar la magnitud de la vulnerabilidad y para un análisis detallado de los riesgos naturales (con especial énfasis en los de tipo hidrometeorológico), lo que permitirá realizar estudios más completos sobre los riesgos existentes en las ciudades del país y formular políticas preventivas más acertadas.

V. Programas que comprenden medidas para mitigar el cambio climático

Sector energía

El sector energía tiene un papel decisivo en la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). La Secretaría de Energía (SENER), en colaboración con sus empresas y órganos desconcentrados, instrumenta programas y acciones para el ahorro y uso eficiente de la energía. En este sentido, los programas institucionales permitieron que en 2005 se obtuvieran ahorros de 19,659 millones de kW-h, lo que representa 4,981 MW de capacidad diferida para el Sistema Eléctrico Nacional y el equivalente a 9.35 millones de barriles de petróleo. Este ahorro representó 1.84% del consumo de energía y 2.83% respecto al consumo final total registrado en 2004.¹ Se espera que los ahorros en 2006 sean de 21,882 millones de kW-h, con un ahorro en demanda diferida de 5,510 MW.²

La magnitud de emisiones de GEI constituye a la vez un reto y una oportunidad para el Sector. El reto consiste en lograr un sector energético más limpio y respetuoso del ambiente, para lo cual es indispensable reducir el volumen de emisiones de GEI, sin comprometer el crecimiento económico y la seguridad energética. Algunas oportunidades radican en la promoción del uso de fuentes renovables de energía, inducir mejoras en los procesos de transformación e impulsar la eficiencia energética por el lado de la demanda.

Con dichos propósitos, en febrero de 2005 se estableció el Comité de Cambio Climático del Sector Energía, como instrumento de coordinación para el seguimiento, análisis y definición de políticas y actividades relacionadas con el cambio climático y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. El Comité orienta sus esfuerzos al desarrollo de una car-

¹ Quinto Informe de Evaluación del PROSENER. SENER. 2006.

² Presidencia 2006. Sexto Informe de Gobierno.

tera de proyectos de reducción de emisiones y captura de GEI susceptibles de participar en el MDL, así como al desarrollo de capacidades de las instituciones participantes en materia de cambio climático.

El Comité es coordinado por la SENER y está constituido por: Petróleos Mexicanos (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE), Luz y Fuerza del Centro (LyFC), Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

Ahorro y uso eficiente de la energía

En México, el ahorro y uso eficiente de la energía lo promueve la CONAE y el FIDE, los que instrumentan programas para un uso más sustentable de la energía.

La CONAE, órgano desconcentrado de la SENER, tiene por objeto fungir como asesor técnico de consulta de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF), de los gobiernos de las entidades federativas, municipios y particulares, en materia de ahorro y uso eficiente de la energía y del aprovechamiento de las energías renovables. La CONAE concentra sus esfuerzos a través de cuatro actividades: a) Normalización, b) Asistencia Técnica, c) Promoción y Diseño y, d) Desarrollo de Programas.

La CONAE lleva a cabo acciones entre las que destacan: a) Programas Sectoriales, que incluyen los siguientes: administración pública federal, estados y municipios, empresas paraestatales, grandes corporativos, pequeñas y medianas empresas y sector social; b) Programas Temáticos: normalización, cogeneración, energía renovable y transporte; y c) Acciones de Soporte: cooperación internacional y prospectivas de ahorro de energía.

Por su parte el FIDE, organismo público-privado, tiene como finalidad promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica. El Comité Técnico del FIDE está integrado por CFE, LyFC, CONAE, Sindicato Único de Trabajadores Electricistas

de la República Mexicana (SUTERM), Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN), Cámara Nacional de la Industria de la Transformación (CANACINTRA), Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME), Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción (CMIC) y Cámara Nacional de Empresas de Consultoría (CNEC).

El FIDE apoya la realización de proyectos que permiten ahorros de energía eléctrica en los sectores: a) Industrial, b) Comercios y de Servicios, c) Servicios municipales y d) Apoyo al desarrollo tecnológico. Lleva a cabo acciones para el desarrollo de programas nacionales e internacionales de ahorro de energía eléctrica. Entre las actividades del FIDE se encuentran: a) incentivos, b) alumbrado doméstico, c) programas piloto, d) programa de financiamiento para el ahorro de energía eléctrica, e) programa de certificación para empresas consultoras, f) programa de financiamiento comercial y g) programas internacionales.

Principales acciones de mitigación en el sector energético

Las acciones del sector energético se encuentran incluidas en el informe anual de la SENER en materia de cambio climático,³ el cual presenta las medidas que forman parte de programas y proyectos que instrumentan las diferentes entidades del sector para mitigar de forma directa e indirecta las emisiones de GEI.

Modificaciones regulatorias que fomentan la mitigación de emisiones mediante fuentes renovables

Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE)

En 2005, la Cámara de Diputados aprobó la iniciativa de Ley para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía (LAFRE). Dicha Iniciativa de Ley contiene un conjunto de instrumentos que permiten

³ Reporte de actividades de la SENER 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

dar mayor certidumbre jurídica a los proyectos que se desarrollen tanto para el servicio público como para autoproducción y generación independiente de energía.

Se establece un fideicomiso basado en aportaciones obligatorias del gobierno federal, con el objeto de garantizar la participación de las energías renovables en la oferta nacional. Asimismo, crea el Programa para el Aprovechamiento de las Fuentes Renovables de Energía, cuya meta para el 2012 es lograr la participación de 8% de las energías renovables respecto a la generación total de electricidad (sin incluir las grandes hidroeléctricas).

Los recursos federales que se aporten al fideicomiso se utilizarán para incentivar la generación de energía eléctrica conectada al Sistema Eléctrico Nacional, operar un fondo sectorial para impulsar la investigación y desarrollo de tecnologías, dar apoyos a desarrollo de proyectos en aplicaciones no conectadas a la red, tecnologías emergentes y a las aplicaciones térmicas y producción de biocombustibles, entre otras.

Programa de electrificación rural con energías renovables

En 2005, el Sistema Eléctrico Nacional tuvo una cobertura aproximada del 95% de la población, lo que representa que más de 5 millones de habitantes carecen del servicio eléctrico, marginándolos de manera importante, restándoles calidad de vida y la posibilidad de acceder a actividades productivas más rentables.

Por lo anterior, la SENER se encuentra en la etapa de diseño del Programa Nacional de Electrificación Rural; se han tramitado recursos provenientes de préstamos y una donación del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés), mismos que servirán de dinero semilla para atraer recursos adicionales provenientes de los gobiernos estatales y municipales de los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

El principal objetivo del programa, en su primera fase de 5 años, entre el 2006 y 2010, es la instalación de sistemas de energía eléctrica a partir de energías renovables para el mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo de actividades productivas en 50,000

viviendas, poniendo énfasis en asegurar la sustentabilidad de los sistemas, establecer los requerimientos mínimos que se deben de cumplir antes, durante y después de la inversión; así como el diseño de los aspectos técnicos, sociales y administrativos.

Contrato de interconexión para fuentes renovables intermitentes

En 2005, la CRE aprobó modificaciones al modelo de Contrato de Interconexión a fin de promover el desarrollo de proyectos privados en la modalidad de autoabastecimiento mediante energías renovables del tipo intermitente. Contempla la energía eólica, solar e hidroelectricidad con almacenamiento o disponibilidad limitados.

El contrato reconoce la capacidad aportada a partir de un promedio mensual de la energía generada en horas punta. Este instrumento permitirá detonar proyectos de autoabastecimiento con fuentes renovables de energía que ya cuentan con permisos de la CRE, bajo un esquema más competitivo.

Permisos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables

A finales de 2005, la CRE había autorizado 54 permisos para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables bajo las modalidades de autoabastecimiento, cogeneración y exportación, de los cuales 37 ya se encuentran en operación. Se espera que en 2007 entren en operación los restantes 17 proyectos, con lo que se incorporarán a la red más de 1,400 MW con una capacidad de generación de más de 5,000 GW-h/año.

Depreciación acelerada

Con objeto de impulsar el desarrollo de proyectos de aprovechamiento de energías renovables en México, a partir de 2005 entró en vigor una modificación a la Ley de Impuesto sobre la Renta, que indica que los contribuyentes que inviertan en equipo y maquinaria para la generación de energía proveniente de fuentes

renovables podrán deducir el 100% de la inversión en un solo ejercicio fiscal. Este lineamiento es aplicable a proyectos de aprovechamiento de energía provenientes del sol, viento, agua, biomasa, residuos, océanos y calor del subsuelo.

Aprovechamiento de energías renovables

Plan de Acción para eliminar barreras para el desarrollo de la generación eoloelectrica en México.

En 2004, se inició el Plan de Acción para eliminar las barreras para el desarrollo de proyectos eólicos. El proyecto cuenta con fondos del GEF a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y es implementado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). Tiene por objetivo eliminar algunas de las barreras que han postergado el crecimiento del mercado eoloelectrico en nuestro país, a través del desarrollo de capacidades técnicas, análisis y propuesta de mejoras al marco legal, apoyo a acciones y estudios estratégicos, actividades de difusión y la formulación y desarrollo de tres proyectos de 20 MW en la zona de la Ventosa, Oaxaca.

La primera etapa del proyecto, que contará con \$4.5 millones de dólares, durará de 2004 a 2006 y se enfoca principalmente en la construcción y puesta en marcha de un Centro de Investigaciones de Tecnología Eólica en la región de la Ventosa, Oaxaca; se tiene programada su conclusión a finales del 2006.

Proyectos eólicos de la Comisión Federal de Electricidad

Con base en las estrategias establecidas en el Programa Sectorial de Energía, en particular en su objetivo de incrementar la participación de las energías renovables en la oferta energética de México, la CFE incluyó en sus planes de expansión un conjunto de plantas eólicas para instalarse en la zona de la Ventosa, Oaxaca.

En 2005, la CFE inició la construcción de la primera planta eólica de gran escala en México (85 MW),

que entrará en operación a finales de 2006. Adicionalmente, la SENER tiene programada la construcción de otros 505 MW de capacidad eólica (en la modalidad de Productor Independiente) en la misma región durante los próximos años, con lo que se espera disponer de 590 MW en 2014. Existen siete permisos otorgados por la CRE para proyectos privados de autoabastecimiento con tecnología eólica, que aportarán en los próximos años un total de 950 MW al Sistema Eléctrico Nacional.

Energía solar térmica

En México se producen calentadores solares desde 1942 y, actualmente, los equipos de fabricación nacional presentan altos índices de calidad y eficiencia, capaces de competir en el mercado internacional. Se han llevado a cabo esfuerzos orientados a disminuir las barreras que impiden el uso de la tecnología solar para calentamiento de agua. Entre estos esfuerzos se encuentran los trabajos de la CONAE y una iniciativa del Gobierno del Distrito Federal para otorgar financiamiento a proyectos para la instalación de estos sistemas en la Ciudad de México.

La Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (GDF) llevó a cabo en 2005, el “Foro de Consulta Pública del Proyecto de Norma para el Aprovechamiento de la Energía Solar en el Calentamiento de Agua en Nuevos Establecimientos ubicados en el Distrito Federal”. La Norma surge en el marco del Plan Sectorial del GDF, del “Proaire 2002-2010” y de la “Estrategia de Acción Climática del Distrito Federal”, bajo una misma meta: promover el uso de la energía solar en sustitución de combustibles fósiles.

El 7 de abril de 2006, se publicó en la Gaceta Oficial del Distrito Federal dicha norma ambiental, que establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías. La norma especifica que los nuevos establecimientos deberán cubrir como mínimo el 30% de sus requerimientos de energía con tecnología solar.

*Estado actual de las energías renovables*⁴

Energía eólica

Hasta 2004 se tenían instalados 3 MW de energía eólica; 2 MW en la zona sur-sureste y 1 MW en la zona noreste, con los que se generaron 6 GW-h de electricidad. Además, tres proyectos eólicos bajo el MDL se encuentran en curso en el parque eólico de La Ventosa, Istmo de Tehuantepec, Oaxaca.

Energía solar

De 1993 a 2003, la capacidad nacional instalada de sistemas fotovoltaicos se incrementó de 7 a 15 MW, generando más de 8,000 MW-h por año para la electrificación rural, bombeo de agua y refrigeración.

Energía minihidráulica

Actualmente están operando en los estados de Veracruz y Jalisco tres centrales minihidráulicas con una capacidad instalada de 16 MW, con la que se generan 67 GW-h anuales. Adicionalmente, están en operación tres centrales híbridas (minihidráulicas-gas natural) en los estados de Veracruz y Durango; y cuatro proyectos MDL de reducción de emisiones de GEI se encuentran en proceso de inicio en los estados de Guerrero y Michoacán.

Bioenergía

En México, los principales bioenergéticos empleados son el bagazo de caña de azúcar y leña, fundamentalmente para la calefacción y cocción de alimentos en zonas rurales y la industria azucarera. En 2004, se consumieron 92 petajoules de bagazo de caña y 250 de leña. La industria cañera mexicana produce cada año 45 millones de litros de bioetanol, que se usan en la industria química. Durante 2005, la CRE autorizó 19 MW para generar 120 GW-h/año con biogás, 70 MW

para generar 105 GW-h/año con bagazo de caña y 224 MW para generar 391 GW-h/año con sistemas híbridos (combustóleo-bagazo de caña).

Energía geotérmica

México ocupa el tercer lugar mundial por su capacidad instalada de generación eléctrica a partir de energía geotérmica con 960 MW, con los que se generan más de 6,500 GW-h por año.

*Desarrollo de energías renovables conectadas a la Red*⁵

Proyecto de Energías Renovables a Gran Escala (PERGE)

Con el apoyo del GEF, la SENER trabaja en la fase final para la creación de un Fondo orientado a impulsar y acelerar la realización de proyectos de aprovechamiento de energías renovables conectados a la red eléctrica, a fin de estimular el desarrollo de un mercado de Productores Independientes de energía y facilitar la incorporación de nuevas tecnologías. El instrumento dará un incentivo económico temporal durante 5 años, a fondo perdido, a la electricidad generada a partir de energía renovable para reducir el diferencial entre los costos de inversión y los precios que la CFE puede pagar a los Productores Independientes.

El Fondo contará con \$70 millones de dólares en dos fases, una primera por \$25 millones y la segunda por \$45 millones de dólares, para llegar a una capacidad instalada aproximada de 500 MW.

Fondo Verde del PERGE

El Fondo Verde es un mecanismo financiero que busca el reconocimiento progresivo del valor real de las fuentes renovables de energía, por su contribución a la reducción de riesgos en el abasto energético y a la estabilidad de precios de la electricidad.

⁴ Reporte de actividades de la SENER 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

⁵ Reporte de actividades de la SENER 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

Servicios Integrales de Energía para Pequeñas Comunidades Rurales en México (SIEPCRM)

El SIEPCRM es un proyecto conjunto de la SENER con el Banco Mundial y el GEF que busca impulsar la electrificación rural con base en energías renovables en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca y Veracruz.

Los recursos provendrán de una donación del GEF, a fondo perdido por \$15 millones de dólares y un préstamo del Banco Mundial por el mismo monto. Adicionalmente se buscará una coinversión de programas federales y privados. Las tecnologías contempladas en el proyecto incluyen celdas fotovoltaicas, turbinas eólicas, plantas microhidráulicas, plantas generadoras con biomasa y sistemas híbridos.

Programa de electrificación rural del Instituto de Investigaciones Eléctricas-Comisión Federal de Electricidad (IIE-CFE).

Este programa, instrumentado por el IIE y la CFE, ha permitido la instalación de 60,000 sistemas fotovoltaicos en 20 estados del país, con fondos aportados por el gobierno federal.

Eficiencia energética y ahorro de energía

Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética

La CONAE emite Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de cumplimiento obligatorio para regular la eficiencia mínima de equipos y sistemas consumidores de energía que se producen y comercializan en la República Mexicana.

A finales de 2006, se estarán aplicando 18 NOM en la materia a más de siete millones de sistemas y productos nuevos comercializados al año en México, que incluyen refrigeradores, sistemas de aire acondicionado, lavadoras de ropa, lámparas fluorescentes, bombas de agua, televisiones, video caseteras y calentadores de agua que utilizan gas, entre otros.

En 2005, el ahorro de energía con la aplicación de las normas vigentes fue de 14,251 millones de kW-h en consumo de electricidad; 2,567 MW en capacidad diferida y el equivalente a cuatro millones de barriles de petróleo, al evitar el consumo de diversos combustibles fósiles.

Se espera que en 2006, los ahorros sean de 16,065 millones de kW-h y de 2,926 MW en demanda diferida.⁶

De acuerdo con estimaciones de la CONAE, mediante las NOM de eficiencia energética, el país ahorra energía equivalente al consumo anual de los estados de Aguascalientes, Baja California Sur, Colima, Nayarit, Tabasco, Tlaxcala, Yucatán y Zacatecas; y evita la emisión de más de 8 millones de toneladas de CO₂.

Ahorros de energía por acciones del FIDE

En 2005, los ahorros de energía eléctrica resultado de la aplicación del Horario de Verano y los proyectos realizados por el FIDE fueron de 5,205 millones de kW-h, lo que representó una disminución de 3.1% del consumo con respecto al año previo. En capacidad de generación, los ahorros fueron de 2,414 MW; se calcula equivalen a 8% de la demanda pico en el mismo año. Lo anterior permitió diferir la inversión de \$2,400 millones de dólares para ampliar la capacidad de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Se estima que las acciones realizadas evitaron la emisión de 5.6 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera, y el consumo equivalente a 11.7 millones de barriles de petróleo (Cuadro V.1).

Se espera que los ahorros en 2006 sean de 5,607 millones de kW-h, lo que representa una capacidad de 2,597 MW y una emisión evitada de 5.9 millones de toneladas de CO₂.⁷

En 2005, las acciones en el sector doméstico representaron el 18.5% del total de ahorros con 966.4 millones de kW-h, el sector industria 16.6% con 866.8 millones de kW-h, el sector agropecuario 16.1% con 842.1 millones de kW-h y los incentivos y desarrollo de mercado 18.6% con 967.7 millones de kW-h.⁸

⁶ Presidencia 2006. Sexto Informe de Gobierno.

⁷ Información proporcionada por FIDE.

⁸ El programa de incentivos se concluyó entre 2003 y 2004, sin embargo, las medidas aplicadas siguen generando ahorros.

De forma conjunta, los ahorros de las acciones en la micro y pequeña empresa, comercio y servicios, y servicios municipales, fueron de 261.3 millones de kW-h, lo que representó 5% del total. Por último, los ahorros del Horario de Verano fueron de 1,301 millones de kW-h, 25% del total (Cuadro V. 1).

A) PROGRAMAS ORIENTADOS A INSTALACIONES INDUSTRIALES, COMERCIALES Y DE SERVICIOS

El objetivo de estos programas es apoyar el ahorro de energía en las instalaciones industriales, comerciales y de servicios del país. A través de éstos, el FIDE concluyó 372

CUADRO V.1 PROYECTOS REALIZADOS Y AHORROS OBTENIDOS POR FIDE.

SECTOR	PROGRAMA	2004				2005			
		ACCIONES	MW	GW-h	TON DE CO ₂ EVITADAS	ACCIONES	MW	GW-h	TON DE CO ₂ EVITADAS
Doméstico	Sustitución de lámparas fluorescentes compactas	1,135,411	364.55	471.58	516,358	798,372	387.25	496.31	543,494
	Sustitución de aires acondicionados	41,204	8.64	15.22	16,701	62,469	30.42	41.04	45,032
	Sustitución de refrigeradores	136,0001	110.67	105	115,215	342,437	138.57	297.84	211,600
	Viviendas aisladas	10,518	22.33	90.34	99,128	11,472	22.33	97.84	107,358
	Diagnósticos	23,981	12.32	32.04	35,157	1,503	13.32	33.44	36,693
Micro y pequeñas empresas	Proyectos	216	32.01	44.16	48,456	245	38.01	51.16	56,137
Industria	Proyectos	65	180.96	858.80	942,345	32	184.96	866.80	951,123
Comercios y servicios	Proyectos	46	37.90	102.20	112,142	54	41.90	106.20	116,531
Servicios municipales	Proyectos	30	38.60	96.01	105,350	39	42.60	104.01	114,128
Horario de verano			898	1,287	1,412,201		982	1,301	1,417,563
Incentivos y desarrollo de mercado	Motores		169	755.16	828,623		169	755.16	828,623
	Unidades de alumbrado	82,605	98.55	178.63	196,007		98.55	178.63	196,007
	Compresores		11.17	34	37,308		11.17	34	37,308
Agropecuario	Pozos de bombeo	909	191.74	786.92	863,472	972	203.74	803.04	881,161
	LFC en granjas		50	39.10	42,904		50	39.10	42,904
Totales			2,226.43	4,896.15	5,371,367		2,413.81	5,205.57	5,595,662

Nota. El programa de incentivos se concluyó entre 2003 y 2004, sin embargo, las medidas aplicadas siguen generando ahorros.

proyectos con aplicación de medidas ahorradoras en instalaciones de usuarios intensivos en el consumo de energía eléctrica y de la micro y pequeña empresa. A través del Programa de Incentivos del FIDE y del Programa de Financiamiento a Proveedores de Equipos de Alta Eficiencia, se comercializaron cerca de 70,000 equipos ahorradores, entre lámparas fluorescentes, balastos ahorradores, refrigeradores comerciales, motores de alta eficiencia, variantes de velocidad y diodos emisores de luz.

Por su parte, la CONAE continúa con el apoyo y seguimiento de los Programas Integrales de Ahorro de Energía en Instalaciones Industriales de: Cámara Minera de México (CAMIMEX), Cámara Nacional de la Industria del Hierro y del Acero (CANACERO), Industrias Derivadas del Etileno (IDESA), Mexicana de Aviación, Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y del Papel (CNICP) y la Asociación Nacional de la Industria Química (ANIQ). Los ahorros de energía estimados para estos programas fueron del orden de 2,050 GW-h en consumo de energía eléctrica, 588 MW en demanda diferida y el equivalente a 91,000 barriles de petróleo, al evitar el consumo de diversos combustibles.

B) SECTOR AGROPECUARIO

Las principales acciones de ahorro de energía se llevan a cabo en coordinación con la Comisión Nacional del Agua y se concentran en la rehabilitación de sistemas de bombeo agrícola. En 2005, se rehabilitaron 972 sistemas, con lo que se logró, desde el inicio del programa, un total de 15,878 sistemas rehabilitados.

C) SECTOR INDUSTRIAL

Mediante asistencia técnica y financiamiento del FIDE, se llevaron a cabo 423 proyectos en empresas industriales intensivas en el uso de energía eléctrica. Por otra parte, a través de un programa de incentivos, se logró la comercialización e instalación de 196,000 motores de alta eficiencia y 216 compresores eficientes.

D) SECTOR COMERCIAL

En el periodo 2001-2005, las acciones realizadas a través del FIDE permitieron concluir 243 proyectos en instalaciones comerciales y de servicios, con aplicación de medidas para el ahorro de energía. Por otra parte, se logró la comercialización e instalación de 3.6 millones de equipos de iluminación eficiente.

E) PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS

En apoyo a la pequeña y mediana empresa industrial, comercial y de servicios, mediante asistencia técnica y financiamiento, se llevaron a cabo 928 proyectos con aplicación de medidas para el ahorro de energía eléctrica. Asimismo, se logró la comercialización e instalación de 20,000 equipos eléctricos de alta eficiencia.

F) MUNICIPIOS

Mediante asistencia técnica y financiamiento del FIDE, se llevaron a cabo 51 proyectos para optimizar el consumo de energía eléctrica en alumbrado público y 70 en sistemas de bombeo de agua en municipios.

G) SECTOR DOMÉSTICO

En 2005, el otorgamiento de financiamiento de FIDE y del Fideicomiso para el Aislamiento Térmico (FIPATERM), permitió la sustitución de 60,600 equipos de aire acondicionado, 798,000 focos incandescentes por lámparas eficientes, 342,800 refrigeradores ineficientes por eficientes; el aislamiento térmico de 11,600 viviendas, y se logró concertar con desarrolladores de viviendas eficientes la construcción de 8,868 casas.

H) SELLO FIDE

En México existe el etiquetado de aparatos de acuerdo con su eficiencia energética, llamado Sello FIDE, que surge como una respuesta a la necesidad del usuario de identificar, entre una gran variedad de productos

existentes en el mercado, aquéllos que tienen un mayor grado de eficiencia energética.

El sello FIDE se aplica a motores eléctricos de inducción trifásicos y monofásicos; equipos de iluminación; aparatos electrodomésticos, como refrigeradores, equipos de aire acondicionado y lavadoras de ropa; motobombas hidráulicas con motor exterior o con motor sumergible; controles de ahorro de energía, tales como los sensores de presencia; y televisores, video caseteras y reproductores de DVD.

Hasta mayo 2005, el sello FIDE se otorgó a un total de 2,000 modelos de 17 distintos tipos de productos, producidos por 30 diferentes empresas.

Convenio FIDE-INFONAVIT

En noviembre de 2003, el FIDE y el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (INFONAVIT), firmaron un Convenio para desarrollar acciones de promoción de ahorro de energía eléctrica en las viviendas (y la consiguiente reducción de emisiones de GEI). Dicho convenio es una de las primeras iniciativas que pretenden llevar a cabo un Programa Piloto para la incorporación de alternativas de ahorro de energía eléctrica en las viviendas de interés social.

Entre las medidas de ahorro de energía se cuentan: 1) iluminación con lámparas compactas fluorescentes; 2) aislamiento térmico; 3) ventanas térmicas; y 4) equipos de aire acondicionado. El FIDE estima que el ahorro promedio por vivienda con las cuatro medidas propuestas sea de 1,476 kW-h /año. El número de viviendas participantes en el Programa en 2005 fue de 7,080 con un avance durante el periodo 2004-2005 de 9,981 viviendas. El programa inició en las ciudades de Nuevo Laredo, Tamaulipas; Ciudad Juárez, Chihuahua; Mexicali, Baja California y Torreón, Coahuila.

Adicionalmente los compradores de las viviendas podrán participar en los Programas de Refrigeradores Domésticos, Aire Acondicionado y Aislamiento Térmico que el FIDE actualmente desarrolla en distintos estados de la República Mexicana.

Ahorro de energía en edificios de la Administración Pública Federal

Desde 1999 opera un programa con el fin de reducir los niveles de consumo de energía eléctrica en edificios de la Administración Pública Federal (APF). Como parte de las actividades de evaluación de resultados, se analizaron los registros trimestrales de consumo de energía eléctrica de los inmuebles inscritos. En este sentido, durante el año 2005, se calculó un índice global de consumo de energía de 80.4 kW-h/m²-año, que equivale a 30% menos de lo que se tendría en caso de no haberse aplicado el programa y que representa 202 millones de kW-h ahorrados en ese año.

Ahorro de energía en la Comisión Federal de Electricidad

La CFE impulsa el ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica en sus instalaciones a través del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE), y del lado de la demanda conjuntamente con FIDE y el Programa de Ahorro Sistemático Integral (ASI) del FIPATERM.

A través del PAESE se realizaron 91 proyectos con aplicación de medidas de ahorro de energía eléctrica en inmuebles e instalaciones de la CFE, de los cuales 38 se llevaron a cabo en 2005.

El FIPATERM incluye los siguientes programas: a) Sustitución de equipos de aire acondicionado; b) sustitución de focos por lámparas fluorescentes compactas, c) sellado de puertas, y d) sustitución de refrigeradores.

Por su parte, algunas características del programa ASI son:

- a) Equipo de aire acondicionado: Bonificación de \$450 por tonelada de capacidad del equipo que se retira, hasta por un máximo de cinco toneladas de refrigeración.
- b) Refrigeradores: Bonificación de \$500 por unidad retirada. La bonificación se aplica como pago ini-

cial de la adquisición del nuevo equipo. En el programa pueden participar usuarios domésticos de energía eléctrica de la CFE.

En 2005, el FIPATERM y el FIDE otorgaron 83,309 créditos con un importe de \$529.6 millones. La composición de los créditos atendidos en forma acumulada hasta ese año fueron: 4% de aislamiento térmico, 23% de sistemas de aire acondicionado y 74% de refrigeradores.

Otro programa relevante es el de Financiamiento para el Ahorro de Energía Eléctrica (PFAEE) para la instalación de aislamiento térmico de viviendas y el reemplazo de equipos de aire acondicionado y refrigeradores. Dicho programa cuenta con cobertura nacional y su operación está a cargo del Programa ASI y por el FIDE. En el rubro correspondiente a refrigeradores, en 2004 se sustituyeron más de 132,000 equipos.

Ahorro de energía en Petróleos Mexicanos (PEMEX)⁹

PEMEX continuó su Campaña Institucional de Ahorro de Energía y Protección Ambiental PEMEX-CO-NAE, donde esta última brindó asistencia técnica para analizar 226 instalaciones mayores de la empresa.

PEMEX lleva un registro histórico de sus emisiones de CO₂ por la quema de combustibles fósiles, y actualmente trabaja en integrar inventarios confiables de metano.

Como resultado de inversiones en proyectos y acciones de mejora operativa, se observa un decremento de 6.5% en las emisiones de CO₂, al pasar de 40 millones de toneladas en 2001 a 37.4 millones de toneladas en 2005. La reducción promedio anual del periodo fue de 1.7%. En 2005, la contribución de las emisiones de CO₂ por organismo fue la siguiente: PEMEX Refinación 42%; PEMEX Exploración

y Producción 26.4%; PEMEX Petroquímica 16% y PEMEX Gas y Petroquímica Básica 15.6%. [PEMEX, 2006]

Mecanismo para un Desarrollo Limpio

PEMEX ha identificado 44 proyectos con un potencial de mitigación de más de 5 millones de toneladas anuales de CO_{2eq}. Muchos de estos proyectos tienen amplias posibilidades de reproducibilidad. Asimismo, se está trabajando con la CFE y el FIDE en proyectos de reducción de emisiones y secuestro geológico de CO₂ susceptibles de participar en el MDL.

Para impulsar proyectos MDL, PEMEX ha establecido alianzas de carácter técnico con empresas de algunos países desarrollados, con el Banco Mundial y con instituciones financieras relevantes en el mercado internacional de bonos de carbono.

PEMEX gestionó la Carta de No Objeción ante la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), para el proyecto de aprovechamiento de gas en el Campo Tres Hermanos en Veracruz, cuyo potencial de mitigación es de 164,000 toneladas anuales de CO_{2eq}, en un horizonte de 15 años.

Combustibles fósiles más limpios

Se han realizado acciones en materia de calidad de combustibles, procesos más limpios de generación de electricidad, desarrollo y comercialización de tecnologías de secuestro y almacenamiento de carbono, y secuestro y uso de metano. Entre ellas, se revisó la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005,¹⁰ que establece las especificaciones técnicas de los combustibles con fines de protección ambiental, con objeto de: 1) establecer nuevos requerimientos de calidad de los combustibles para proteger la calidad del aire y evitar el aumento de la contaminación atmosférica en diversas ciudades del país, así como para reducir emisiones contaminantes de impacto global; y 2) propi-

⁹ Reporte de actividades de la SENER 2005 - 2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

¹⁰ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 30 de enero de 2006.

ciar el avance tecnológico de los sistemas de control de emisiones de la industria automotriz.

Proyectos de aprovechamiento de biogás y gas de minas

La SENER y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) han impulsado la realización de proyectos de generación de energía para aprovechar el metano generado en rellenos sanitarios.

La primera planta de aprovechamiento de biogás se inauguró en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, en 2003, y se denomina Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos Sólidos (SEMIPRODESO). La planta es producto de un proyecto piloto para la captura y uso del biogás generado en el relleno sanitario del Área Metropolitana de Monterrey, Nuevo León. El biogás es utilizado como combustible para la generación de electricidad, en una planta con una capacidad de generación de 7 MW.

El GEF proporcionó una parte del financiamiento del proyecto (\$6.2 millones de dólares), la cual fue administrada por el Banco Mundial. El proyecto tiene el propósito de demostrar la viabilidad tecnológica, económica, financiera, institucional y social de aprovechar el biogás generado en los sitios de disposición final de residuos sólidos municipales, y se espera que pueda ser reproducido en otras ciudades de México.

Cambio de combustibles¹¹

Plantas de ciclo combinado

Durante los últimos años el sector energía ha realizado un importante esfuerzo de sustitución de consumo de combustóleo por gas natural, con el fin de reducir los impactos ambientales de las plantas convencionales de generación de electricidad mediante la instalación de plantas de ciclo combinado, que va aparejada con la ampliación de la red de distribución de gas natural.

Durante el periodo 1993-2004, la participación del combustóleo en la producción de energía eléctrica

disminuyó de 70.9% a 39.3%, mientras que la de gas natural se incrementó de 16.1% a 34.5%. Entre 2000 y 2004, se redujeron 27% las emisiones por generación de energía eléctrica, al pasar de 1.7 a 1.23 millones de toneladas anuales de CO_{2eq}.

Plan Nacional del Hidrógeno

En 2005 se constituyó en México la Red Nacional de Hidrógeno (RNH) con el objeto de impulsar la transición de nuestro país hacia una economía en la que este energético tenga un papel importante. Como tarea primordial, actualmente la RNH (a la cual pertenece la SENER) se encuentra en proceso de formulación de un Plan Nacional del Hidrógeno para México.

Captura de carbono

México cuenta con importantes potenciales para el secuestro de carbono en el subsuelo, particularmente en mantos petroleros; actualmente identifica nichos de oportunidad en el contexto de su participación como miembro del Foro de Liderazgo para el Secuestro de Carbono (Carbon Sequestration Leadership Forum).

Las principales áreas de oportunidad para la captura de carbono en el sector energía se encuentran en la reinyección de CO₂ generado en procesos extractivos, particularmente de PEMEX y en los mantos petroleros que presentan pérdida de presión, a fin de incrementarla y alargar el aprovechamiento de los yacimientos.

Actividades de Investigación en el sector energía

Prospectiva de energías renovables. Una Visión al 2030 de la utilización de las energías renovables en México

En 2005, la SENER con apoyo de fondos provenientes del Banco Mundial, a través de su Programa ESMAP, publicó la primera prospectiva de energías renova-

¹¹ Reporte de actividades de la SENER 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

bles con visión de mediano (10 años) y largo plazo (25 años).

Como parte de las actividades se realizó una estimación de los recursos energéticos renovables en México, un análisis de prospectiva tecnológica para su aprovechamiento, una descripción de los escenarios internacionales de la participación de las energías renovables en la oferta energética y la discusión de las interacciones entre parámetros involucrados y obstáculos importantes, con el fin de determinar los criterios para enmarcar las proyecciones. Se presentan proyecciones al 2030 de baja y alta penetración de las energías renovables en la oferta energética y los principales lineamientos de política energética para estas proyecciones.

Este estudio prevé, como escenario base, que la oferta de energía primaria se duplicará entre 2002 y 2030. Resultados del estudio señalan que la demanda de gas natural en el periodo de análisis crecerá 3.5% anual; en cuanto a las energías renovables, la hidroenergía crecerá 2.3% anual, la biomasa y desechos 3.7% anual y otras renovables 4.1% anual.

Energías renovables para el desarrollo sustentable en México

En 2006, la SENER publicó el documento “Energías renovables para el desarrollo sustentable de México”, dentro del marco de la cooperación mexicano-alemana a solicitud del componente “Promoción de Energías Renovables”, el cual forma parte del Programa “Gestión Ambiental y Uso Sustentable de Recursos Naturales” de la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ, por sus siglas en alemán).

El documento contiene los siguientes apartados: 1) introducción: las energías renovables en el desarrollo sustentable en México, 2) actores, 3) energías renovables en México: estado actual, potencial y barreras en su desarrollo, 4) marco legal y regulatorio: avances y perspectivas; 5) instrumentos de fomento económicos y financieros: situación actual y retos, 6) instrumentos de planeación, 7) desarrollo tecnológico, 8) energías renovables para el desarrollo social y 9) conclusiones:

retos y oportunidades para las energías renovables en México.

Evaluación del potencial de la biomasa como fuente de energía

Se desarrollan diversos esfuerzos para evaluar el potencial de la biomasa en México, tales como: el Mapeo Integrado de la Oferta y Demanda de Combustibles Leñosos (WISDOM, por sus siglas en inglés); el Sistema de Información Geográfica para las Energías Renovables (SIGER), del IIE, que integra información sobre los recursos bioenergéticos y la maneja dentro de un sistema georeferenciado único.

Estudio de política de biocombustibles para México

Considerando el importante potencial que nuestro país puede tener para la generación de biocombustibles en diversos sectores, la SENER, con el apoyo económico del Banco Interamericano de Desarrollo (BID), lleva a cabo este estudio, que tiene por objetivo analizar el mercado nacional potencial de insumos y la demanda probable de dichos combustibles.

El estudio aborda los aspectos sociales, económicos, técnicos y de política energética, y generará información necesaria para establecer una política energética dirigida al desarrollo de una oferta robusta de biocombustibles de producción nacional, y contribuir de esta manera a la sustentabilidad del mercado energético mexicano.

Aprovechamiento del metano generado a partir del estiércol en granjas porcinas y vacunas

En 2005, la SENER concluyó dicho estudio con fondos provenientes del Global Opportunities Fund (GOF) del Reino Unido, en el que se evaluaron las condiciones y potenciales para el desarrollo de este tipo de proyectos en dos regiones de México para el caso de granjas porcinas y vacunas.

El estudio demuestra que estos proyectos son altamente rentables y que una parte muy importante de la recuperación de la inversión puede provenir de

la venta de Certificados de Reducción de Emisiones (CER, por sus siglas en inglés) en el contexto del MDL, así como de la venta de excedentes de electricidad a la red eléctrica, además de proveer electricidad para la operación de las propias granjas.

En diversas regiones del país, y particularmente en los estados de Durango, Coahuila y Yucatán se han instrumentado proyectos de aprovechamiento del metano generado en granjas porcinas y vacunas que generan importantes beneficios ambientales locales y globales.

Estudios de aprovechamiento de biogás

La SENER realizó, con el apoyo del programa ESMAP del Banco Mundial, dos estudios que evaluaron el potencial de generación y la viabilidad de desarrollo de proyectos similares en las ciudades de Chihuahua y Querétaro.

La siguiente etapa de este esfuerzo es impulsar su desarrollo en colaboración con gobiernos estatales y municipales, así como con inversionistas privados y potenciales compradores de bonos de carbono. Se han identificado sitios adicionales, particularmente en las siete ciudades con población de más de 1 millón de habitantes, en los que se podrán desarrollar proyectos de dimensión viable durante la etapa actual.

Control conjunto de la contaminación urbana y de emisiones de gases de efecto invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México¹²

El estudio fue coordinado por el Instituto Nacional de Ecología (INE/SEMARNAT) en 2002 con fondos de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (US EPA, por sus siglas en inglés), a través de su programa de Estrategias Ambientales Integradas.

El estudio estima los cambios en emisiones de CO₂ de 22 medidas incluidas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire en la Zona Metropolitana del Valle de México 2002-2010 (PROAIRE), los cambios en las

emisiones de contaminantes locales del aire de algunas medidas de estudios para mitigar las emisiones de GEI y los costos totales de las inversiones y del valor presente neto (VPN). Se empleó un modelo de Programación Lineal (LP) para buscar la combinación de medidas que lograran la meta de reducción múltiple de emisiones de contaminantes con mejor costo-efectividad.

El estudio concluye que si las medidas del PROAIRE se instrumentaran como están planificadas, se obtendría como beneficio adicional una reducción de 3.1% de las emisiones de CO₂ con respecto a las estimadas en 2010, así como una disminución importante de emisiones de contaminantes locales. Las medidas para mitigar las emisiones de GEI reducen 8.7% las emisiones de CO₂ proyectadas para 2010. Respecto a las emisiones de contaminantes locales se obtienen reducciones de 3.2% de hidrocarburos (HC), 1.4% de óxidos de nitrógeno (NOx) y 1.3% de partículas (PM₁₀).

Al aplicar el modelo LP, se encuentra que es posible reducir en 20% el costo total del PROAIRE (para el costo de la inversión total y para el VPN), si se dirigen las inversiones hacia las medidas mejor costo-efectivas.

Beneficios locales y globales del Control de la Contaminación en la Zona Metropolitana del Valle de México¹³

El estudio fue coordinado por el INE en 2003, con fondos de la US EPA. Se estimaron los costos y los beneficios del mejoramiento de la salud, debidos a la instrumentación de cinco medidas para controlar simultáneamente las emisiones de GEI y de contaminantes locales en la ZMVM. Las medidas evaluadas fueron: renovación de la flota de taxis, expansión del metro, autobuses híbridos, fugas de gas LP y cogeneración. El análisis fue integrado en una herramienta de modelación empleando el Software Analítica.

El estudio concluyó que con las medidas analizadas es posible reducir anualmente la exposición a

¹² <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/cobeneficios.html>

¹³ <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/cobeneficios.html>

partículas en un 1% y la reducción de emisiones de GEI en un 2% (más de 300,000 toneladas de carbono). Se estimó que para el horizonte de análisis, el beneficio monetario en salud pública es del orden de \$200 millones de dólares anuales. De las medidas consideradas, las del sector transporte son las más promisorias para la reducción simultánea de ambos contaminantes.

Los estudios de control conjunto y este último dieron como resultado las siguientes publicaciones internacionales: (1) Quantification of Local and Global Benefits from Air Pollution Control in Mexico City. *Environmental Science & Technology*. 2005. Vol. 39, no. 7. pp. 1954-1961; y (2) Co-control of Urban Air Pollutants and Greenhouse Gases in Mexico City. *Environmental Science and Technology*. 2004. 38. 3474-3481.

Control conjunto de las emisiones locales y globales en la Zona Metropolitana de Guadalajara

La contaminación del aire en la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) se considera como la amenaza más importante a la salud de su población. La solución es compleja, debido a la variedad de sectores involucrados.

El estudio estima que en 2005, las principales fuentes de emisión fueron la quema de materiales vegetales y de residuos, transporte, industria y erosión del suelo. En conjunto, estas fuentes emitieron 505,683 toneladas de PST, 40,762 de NO_x y 5, 618,161 de CO_2 . Se proponen 10 medidas de control para reducir dichas emisiones, entre las que se encuentran: reducción de la superficie incendiada en el Bosque La Primavera; eliminación de la práctica de quemas agrícolas y de residuos; descacharrización; cambio de combustible en transporte público de diesel a alcohol; cambio de convertidores catalíticos; retiro de vehículos visiblemente contaminantes y relocalización de giros industriales de alta contaminación. Se estima que en conjunto, la instrumentación de estas medidas reduzca 3.5 millones de toneladas de CO_2 en un periodo de 10 años. El 60% de dichas reducciones provienen de las medidas de control en el sector transporte.

Modelación del impacto económico de la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero

En 2004, el INE coordinó el estudio “Modelación del impacto económico de la mitigación de emisiones de GEI”. El estudio tuvo como propósito el desarrollo de un modelo general de equilibrio que sirviera de herramienta para determinar los efectos económicos y ambientales de diferentes políticas de mitigación de emisiones de CO_2 . El modelo desarrollado integró el módulo de demanda del modelo de usos finales BRUS II-M, al modelo de equilibrio general BOYD-M. U.

El modelo evalúa distintos escenarios para toda la economía mexicana y contrasta los impactos en el Producto Interno Bruto (PIB), en la balanza de pagos, en el nivel de capital acumulado y en las emisiones de GEI.

El estudio plantea diversos escenarios: Escenario 0: Caso de punto de referencia, Escenario 1: Producción de petróleo a niveles de 2004; Escenarios 2-5: Producción de petróleo a niveles de 2004 y cambio tecnológico en sectores productivos, Escenarios 6- 7: Producción de petróleo a niveles de 2004, cambio tecnológico en sectores productivos e impuesto de carbono.

El estudio concluye que existen oportunidades importantes de reducción de emisiones de GEI dada la capacidad del sector forestal mexicano. El comercio de emisiones, ya sea con los sectores emisores o con la industria extractiva da mejores resultados que cualquier política dirigida específicamente al sector energético. Lo anterior es válido para el caso de emisiones. El Producto Interno Bruto (PIB) y los niveles de bienestar resultan mayores en estos escenarios que en aquellos enfocados a políticas relacionadas exclusivamente con el sector energía.

Escenarios de emisiones y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en sectores clave (transporte y desechos)

En 2005, el INE coordinó dicho estudio con recursos fiscales.

Transporte

El criterio usado para identificar y comparar las medidas de mitigación es la reducción obtenida en las emisiones de GEI con respecto al escenario base. Esta reducción se obtuvo por la intervención de cuatro parámetros: a) El rendimiento en kilómetro por litro de un combustible en particular en un tipo de vehículo, b) El factor de emisión de GEI de un combustible en particular, c) La intensidad en el uso de un cierto tipo de vehículo, d) Los escenarios de las opciones de mitigación se establecieron de manera optimista para estimar el máximo potencial de mitigación.

Se realizó un modelo de transporte para establecer las opciones de mitigación, vinculando el tipo de combustible utilizado, la eficiencia en el uso de cada combustible en cada tipo de vehículo, el factor de emisión de GEI de un combustible en particular, y la intensidad en el uso de los diferentes tipos de transporte.

Escenario base

El escenario base se construyó considerando los datos de las prospectivas de petrolíferos, gas natural y gas licuado 2004-2013 de la Secretaría de Energía. De las prospectivas se utilizaron particularmente las proyecciones de la demanda de combustibles y del parque de vehículos por tipo de combustible.

Los resultados en emisiones de bióxido de carbono (CO₂) al año 2020 del escenario base son de 226,079 Gg, de los cuales 159,875.14 Gg corresponden a transporte a gasolina, 56,094.47 Gg a transporte a diesel, 8,983.72 Gg al consumo de gas licuado del petróleo y 1,125.96Gg a gas natural comprimido. Los resultados se presentan en el Cuadro V.2

Medidas de mitigación en el sector transporte

Las medidas propuestas para la reducción de emisiones de CO₂ son:

1. Introducción de mayor número de vehículos a diesel.
2. Aumento de la eficiencia energética de vehículos ligeros.

3. Introducción de la Norma Europea de rendimiento de vehículos a gasolina.
4. Introducción de vehículos híbridos.
5. Uso de 10% de etanol en la gasolina en 2020.
6. Uso de 10% de biodiesel proveniente de plantas oleaginosas en el diesel en 2020.

Los resultados de consumo de energía por las medidas propuestas y su comparativo con la línea base se presentan en el Cuadro V.3. El potencial de reducción de emisiones de GEI es del orden de 22% y de un 20% con respecto a la línea base (Cuadro V.4).

Desechos

Para la elaboración de escenarios se emplearon los documentos: Prospectiva Tecnológica del Sector Energía para el siglo XXI. Visión al 2003. (SENER, 2003), Prospectiva del Sector Eléctrico 2004-2013 de la SENNER, así como las políticas que fija el Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y de Captura de Gases de Efecto Invernadero.

El estudio plantea dos escenarios: tendencial y sustentable. El primero considera las tendencias actuales de generación de energía eléctrica a partir de biogás de rellenos sanitarios y aguas residuales, tal y como lo establece la Prospectiva del Sector Eléctrico 2004-2013 (SENER, 2005) y el Plan Nacional Hidráulico 2001-2006. Se considera en la instalación de canalizaciones para el biogás en rellenos sanitarios del país y su recuperación conforme a la tendencia actual. De acuerdo con los documentos mencionados, en el país, se podrían generar 150 MW a partir de biogás para el año 2025. La tendencia establece que para el año 2020 se generarán 73 MW, es decir, un 48% de este potencial. De éstos 44 MW provendrán de rellenos sanitarios y 29 de plantas de tratamiento de aguas residuales.

El escenario sustentable fue construido a partir de información contenida en el Plan Nacional Hidráulico 2001-2006 (CNA, 2000) y la Prospectiva 2004-2013 del Sector Eléctrico en México (SENER, 2005). En este escenario permanecen iguales que en el escenario tendencial la población, la cantidad de residuos sólidos generados, así como su generación per cápita, el por-

CUADRO V.2 EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO DEL SECTOR TRANSPORTE EN EL ESCENARIO BASE.

TIPO DE VEHÍCULO	EMISIONES (Gg CO ₂)				
	AÑO				
	2000	2010	2013	2015	2020
Privado gasolina	20,275.28	29,012.65	31,876.76	33,579.97	36,486.00
Taxi gasolina	3,905.15	6,340.27	7,004.88	7,514.51	9,436.57
Carga ligero gasolina	36,006.83	45,941.49	51,930.16	57,270.96	75,967.09
SUV gasolina	1,424.63	6,940.73	10,540.11	13,837.29	27,351.99
Carga pesado gasolina	6,517.86	6,714.24	6,755.94	7,247.45	9,101.21
Autobús gasolina	165.10	268.05	296.15	317.69	398.95
Motocicleta	467.98	733.40	813.41	869.28	1,133.34
Total gasolina	68,762.83	95,950.82	109,217.41	120,637.17	159,875.14
Privado diesel	2.78	4.02	4.51	4.95	6.23
Carga ligero diesel	91.96	132.74	148.98	159.82	200.70
Carga pesado diesel	14,559.51	21,017.51	23,588.38	25,304.49	31,776.87
Autobús diesel	11,047.02	15,947.02	17,897.67	19,199.77	24,110.68
Total diesel	25,701.27	37,101.29	41,639.53	44,669.03	56,094.47
Privado LP	73.78	143.76	172.38	189.06	237.98
Carga ligero LP	2,092.99	4,078.37	4,890.37	5,246.16	6,588.02
Carga pesado LP	658.72	1,283.57	1,539.13	1,651.11	2,073.43
Autobús LP	26.30	51.25	61.45	67.12	84.29
Total LP	2,851.79	5,556.95	6,663.33	7,153.44	8,983.72
Privado GNC	0.86	31.91	45.94	50.38	63.42
Carga ligero GNC	6.70	239.12	338.78	363.43	456.38
Carga pesado GNC	6.08	294.11	449.95	482.69	606.15
Total GNC	13.64	565.13	834.67	896.50	1,125.96
Total	97,329.53	139,174.19	158,354.95	173,356.13	226,079.3

centaje de residuos depositados en rellenos sanitarios y la DBO5 generada por las aguas residuales municipales e industriales. Los resultados de los escenarios se presentan en el (Cuadro V.5.)

El estudio concluye que las emisiones de metano del sector desechos crecerán de 3,128 Gg/año en el año base a 5,382 Gg/año en el 2020 para el escenario tendencial y a 5,741 en el escenario sustentable. Las emisiones totales

de metano en el periodo 2003-2020, serán de 76.4 Tg para el caso tendencial y de 78.9 Tg para el sustentable, lo que equivale a 1,605 y 1,657 Tg de CO_{2eq}, respectivamente.

La actividad que representa el aporte más importante a la generación de metano en México para el sector desechos es la disposición final de los residuos sólidos, con 73% en el año 2020 en ambos escenarios.

CUADRO V.3 COMPARACIÓN ENTRE EL CASO BASE Y LA COMBINACIÓN DE CINCO OPCIONES DE MITIGACIÓN DE EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO EN EL SECTOR TRASPORTE.

	Año							
	2010		2013		2015		2020	
Consumo Combustibles Fósiles (PJ)								
Escenario	Totales							
Base	1,983.70		2,258.7		2,473.3		3,226.9	
Combinación	1,904.60		2,067.1		2,168.9		2,495.6	
Reducción (%)	4		8.5		12.3		22.3	
	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina	Diesel	Gasolina
Base	500.92	1,384.57	562.19	1,576.01	603.09	1,740.80	757.35	2,307.00
Combinación	512.07	1,295.27	590.18	1,358.96	653.56	1,389.87	998.28	1,344.37
Cambio (%)	2.2	-6.4	5.0	-13.8	8.4	-20.2	31.8	-49.7
Emisiones (Gg CO ₂)								
Base	139,174.2		158,354.9		173,356.1		226,079.3	
Combinación	133,981.9		145,973.9		153,838.3		179,949.2	
Reducción (%)	3.7		7.8		11.3		20.4	

CUADRO V.4 REDUCCIÓN ANUAL DE LAS EMISIONES DE GASES CON EFECTO INVERNADERO DE LAS SEIS PRINCIPALES OPCIONES DE MITIGACIÓN CON RESPECTO AL ESCENARIO BASE (%).

NÚMERO	OPCIÓN	Año			
		2010	2013	2015	2020
1	Diesel	0.26	0.67	2.2	8.3
2	Norma Europea	2.1	4.1	5.3	7.7
3	Norma Japonesa	2.2	4.2	5.5	8.0
4	Vehículos Híbridos	3.0	5.3	7.0	8.0
5	Etanol 10%	0.6	1.9	3.2	6.5
6	Biodiesel 10%	0.17	0.51	0.86	1.73
	Combinación	3.7	7.8	11.3	20.4

Realización de mediciones de energía eléctrica en viviendas de interés social para el análisis de ahorros energéticos

Dicho estudio fue coordinado en 2005 por el INE. Tuvo como finalidad realizar la instalación de equipos de medición para conocer los consumos de energía eléctrica en usuarios residenciales, lo cual permitió obtener

el impacto en la reducción de emisiones de GEI; debido a la implementación de medidas eficientes en la construcción de viviendas de interés social en México, partiendo del análisis de los ahorros energéticos.

Se realizó la instalación de ocho equipos de medición en viviendas seleccionadas en las ciudades de Torreón, Coahuila y ocho en Mexicali, Baja California Norte. Los equipos instalados monitorearon los

CUADRO V.5 ESCENARIOS AL 2020.

PARÁMETRO	SITUACIÓN ACTUAL*	ESCENARIO TENDENCIAL 2020	ESCENARIO SUSTENTABLE 2020
Población (Habitantes)	104,213,503	120,639,160	120,639,160
Generación per capita de residuos sólidos (kg/hab-día) (Promedio nacional)	0.8653	1.0480	1.0480
Residuos sólidos generados (miles de ton/año)	32916	46145	46145
Cantidad de residuos sólidos depositado en rellenos sanitarios (Porcentaje).	64.22	73.35	73.35
Energía generada por biogás de rellenos sanitarios (MW).	7	44	66
DBO ₅ de aguas residuales domésticas (millones de ton/año)	2.17	3.35	3.35
DBO ₅ de aguas residuales industriales (millones de ton/año).	6.30	10.38	10.38
Cobertura de alcantarillado (porcentaje).	76.0	76.0	76.0
Porcentaje de aguas residuales tratadas municipales expresadas como % de DBO ₅ removida.	23.0	51.7	74.9
Porcentaje de aguas residuales tratadas industriales	17.5	52.3	76.8
Energía generada por biogás de plantas de tratamiento de aguas residuales (MW).	10	29	44

*Nota: Los datos actuales presentados son para el año 2003, excepto en lo que se refiere a Aguas Residuales Industriales, que se presentan para el año 2002.

Fuente: IMP, 2006, con datos de: Proyecciones de la Población de México 2000-2050. CONAPO, 2005. Estadísticas del Agua en México. CNA, 2005. Plan Nacional Hidráulico 2001-2006. CNA, 2000. Prospectiva 2004-2013 del Sector Eléctrico en México. SENER, 2005.

parámetros eléctricos de la vivienda durante cuatro semanas. Ocho equipos sirvieron para establecer el consumo de línea base de las viviendas en las ciudades mencionadas y ocho para obtener el consumo con las medidas propuestas de ahorro de energía. Los equipos de medición recolectaron información a intervalos de cinco minutos de consumo total de la vivienda, consumo del aire acondicionado, consumo del refrigerador y consumo de iluminación.

Valoración de ecotecnologías en viviendas de interés social en Torreón, Coahuila y Mexicali, Baja California

En 2006, el INE coordinó el estudio conjuntamente con el FIDE y el INFONAVIT. El objetivo fue obtener datos de los beneficios energéticos derivados del uso de medidas de ahorro de energía eléctrica en vivien-

das de bajos recursos en las ciudades de Mexicali, Baja California y en Torreón, Coahuila, así como las emisiones de GEI asociadas a las mismas.

Las medidas evaluadas fueron: eficiencia en iluminación (lámparas fluorescentes) y equipo eficiente de aire acondicionado. De los registros de demanda eléctrica se calculan los consumos eléctricos para cada uno de los equipos (Cuadro V.6).

Con la metodología para calcular el Coeficiente de Emisión de GEI desarrollada por la Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética (ATPAE) se determinó el coeficiente de emisión eléctrica (CEE), el cual proporciona la cantidad en toneladas de CO_{2eq} que se logran reducir o evitar por cada MW-h generados o evitados. El estudio concluye que con las medidas propuestas es posible evitar 3,522 toneladas de CO_{2eq} en las 4,996 viviendas con las medidas de ahorro de energía.

VIVIENDAS CON UN EQUIPO DE AIRE ACONDICIONADO			
CIUDAD	*VIVIENDAS	**AHORRO ANUAL POR VIVIENDA(kw-h)	AHORRO ANUAL TOTAL VIVIENDAS (Mw-h)
Mexicali, Baja California	2,251	1,535.63	3,456.70
Torreón, Coahuila	500	358.88	179.44
Subtotal	2,751	1,894.51	3,636.14
Viviendas con 2 equipos de aire acondicionado			
Mexicali, Baja California	2,245	1,510.45	3,390.96
Torreón, Coahuila	—	—	—
Subtotal	2,245	1,510.45	3,390.96
Total	4,996	3,404.96	7,027.10

Notas:

*Información proporcionada por el FIDE de su programa de financiamiento para la incorporación de medidas de ahorro de energía eléctrica en nuevas viviendas 2004-2006

**Información estimada por coenergía con información proporcionada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas.

Diseño de un plan de acción para promover la realización de inventarios e identificación de oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero en la industria mexicana

En 2006, con fondos de la USEPA, a través de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), el INE coordinó el estudio, cuyo objetivo es brindar elementos básicos para el diseño e implementación inicial de un Plan de Acción enfocado a promover el desarrollo de inventarios y proyectos de reducción de emisiones de GEI en el sector industrial mexicano.

Elabora un análisis de las emisiones de GEI del sector industrial en México agregando las generadas por consumo de energía, las resultantes de procesos industriales y las originadas por la incineración de residuos peligrosos.

Se presenta una introducción a los estándares e iniciativas para el desarrollo, registro y certificación de inventarios corporativos de emisiones de GEI de mayor

aceptación y reconocimiento a nivel mundial. Entre ellos se mencionan: el Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte del Protocolo de GEI del Consejo Mundial de Negocios de Desarrollo Sustentable (WBCSD, por sus siglas en inglés) y del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, por sus siglas en inglés) y el estándar ISO 14064 para inventarios corporativos de emisiones.

Se muestran los formatos aceptados internacionalmente para documentar proyectos de reducción de emisiones de GEI. Se presentan la Nota de Idea de Proyecto (PIN, por sus siglas en inglés) y el Documento de Diseño de Proyecto (PDD, por sus siglas en inglés). Se incluyen metodologías relevantes para la cuantificación de reducciones de emisiones de GEI para la industria, aceptadas por la Junta Ejecutiva del MDL. El estudio presenta una propuesta de Plan de Acción para promover actividades de reducción de emisiones de GEI en la industria mexicana, la cual incluye los siguientes elementos: objetivos, usuarios, bases de implementación y fuentes de financiamiento.

Proyección de emisiones del sector energético para los años 2008, 2012 y 2030

En 2006, el IMP elaboró para el INE con fondos fiscales y del FMAM/PNUD, el estudio citado. Se realizó la proyección de las emisiones de GEI para el sector energético mexicano para los años 2008, 2012 y 2030. Los rubros considerados fueron:

- Demanda de energía en manufactura y construcción [1A2], transporte [1A3], otros sectores (residencial, comercial, público y agropecuario) [1A4].
- Uso de energía en las industrias productoras de energía incluida la generación de electricidad [1A1].
- Emisiones fugitivas de las industrias: petrolera, gas natural [1B2] y carbón [1B1].

Los GEI relevantes para el sector energía son: CO₂, CH₄ y N₂O. Para construir el escenario base de emisiones para los años 2008, 2012 y 2030 se tomó como referencia el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (INEGEI). Dado que las emisiones del INEGEI se estiman considerando los consumos de energéticos reportados en los balances nacionales de energía publicados por la SENER, se utilizó la plataforma computacional LEAP para rela-

cionar el consumo de energía de los diferentes sectores con las emisiones de gases con efecto invernadero. Los factores de emisión con los que cuenta la plataforma computacional LEAP son consistentes con los factores de emisión del PICC.

Escenario base

El desarrollo del escenario base se inició en 2002 y para proyectar las emisiones al año 2030 se consideraron los consumos de combustibles reportados en los documentos de Prospectiva del Sector Eléctrico, Petrolíferos, Gas Licuado de Petróleo y Gas Natural 2005-2014 publicados por SENER, con base en un crecimiento económico de 4.3% anual del PIB y las tecnologías actuales de generación de electricidad.

La población se estimó de acuerdo con las proyecciones del Consejo Nacional de Población. En la plataforma computacional LEAP se dividieron los sectores clave de acuerdo con los tipos de tecnología utilizados en el consumo de energía y se consideró, también para cada uno de ellos, la tendencia observada en la intensidad energética en los últimos quince años. Las proyecciones del PIB, Población y PIB por persona se presentan en el Cuadro V.7 para el caso base.

Para el periodo 2005-2030, la demanda residencial fue proyectada considerando las intensidades

CUADRO V.7 POBLACIÓN Y PIB PARA EL ESCENARIO BASE.

AÑO	POBLACIÓN	PIB	PIB PER CAPITA
	MILLONES DE HABITANTES	MILLONES USD PRECIOS CONSTANTES 1993	MILES USD 1993/HAB.
2002	103.0	518,601	5.03
2008	109.3	667,635	6.11
2012	113.3	790,089	6.97
2014	115.4	859,498	7.45
2022	122.2	1,203,702	9.85
2030	127.2	1,685,752	13.25

Fuentes: Elaboración propia con datos para el año base (2002) de: Proyecciones del Consejo Nacional de Población 2000-2050. Disponibles en www.conapo.gob.mx. Centro de Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados.

energéticas totales por vivienda iguales a las del año 2004, excepto para la energía eléctrica, en la cual se supuso un aumento desde 5.37 GJ/vivienda en el año 2004, hasta alcanzar 10.81 en el año 2030 para el sector rural y desde 6.80 GJ/vivienda en el año 2004 hasta 13.64 GJ/vivienda en el año 2030 para el sector urbano.

En el sector comercial las intensidades energéticas han aumentado en este sector desde 3.40 GJ/1000 USD en 1996 hasta 3.94 GJ/1000 USD en 2004, lo que representa un incremento de 16% en el período. Para proyectar las intensidades energéticas y el consumo de energía al año 2014, se incluyeron las tasas de crecimiento del consumo de energéticos establecidas en las prospectivas publicadas por la SENER y se continuó con esta tendencia hasta 2030.

Para preparar el escenario base correspondiente al sector industrial fue necesario conocer la evolución de las intensidades energéticas para cada una de las diecisiete ramas representadas en el Balance Nacional de Energía de la SENER utilizando estadísticas de producción en cada uno de ellas reportadas por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). Se tomó un indicador de la producción para cada rama. La evolución de la intensidad energética ha mostrado cambios importantes para algunos sectores, por ejemplo, para la industria siderúrgica descendió desde 22.5 GJ/Ton en 1990 hasta 13.2 GJ/Ton en el año 2004, con un incremento en la producción de 8.7 a 16.7 millones de toneladas.

Para el caso del sector transporte se consideraron las modalidades: marítima, aérea, ferroviaria y carretera. Para esta última se consideró el consumo de gasolina, gas natural, gas licuado de petróleo y diesel en vehículos privados, utilitarios (SUV, por sus siglas en inglés), taxis, ligeros comerciales, pesados, autobuses y motocicletas. Con base en la estimación del número de vehículos privados y comerciales, por persona, existentes en el año 2002, se hizo la proyección al año 2030, con una función doble exponencial con respecto al crecimiento del PIB por persona.

Por su parte, la intensidad energética del sector agropecuario mostró un aumento de 4.69 GJ/Ha en 1990 a 5.42 GJ/Ha en 2004, sin que haya aumentado

la superficie sembrada, por lo que se consideró que se mantendrá la misma intensidad hasta 2030.

La transformación de energía se representa en el escenario base conforme al Balance Nacional de Energía. Los módulos principales desarrollados en el Modelo LEAP incluyen la producción de carbón, petróleo, gas natural, tanto asociado como no asociado, la generación de electricidad, tanto primaria como secundaria, las plantas de refinación de petróleo, las de tratamiento de gas, las coquizadoras, el transporte de crudo y la transmisión de electricidad. Se incluyeron las reservas nacionales estimadas de carbón, petróleo y gas natural.

Adicionalmente se incorporaron las capacidades de producción de gas asociado y no asociado, así como las de petróleo estimadas por PEMEX. Además se incluyeron las capacidades de generación eléctrica, refinación y de tratamiento de gas reportadas en las prospectivas de los diferentes energéticos hasta el año 2014.

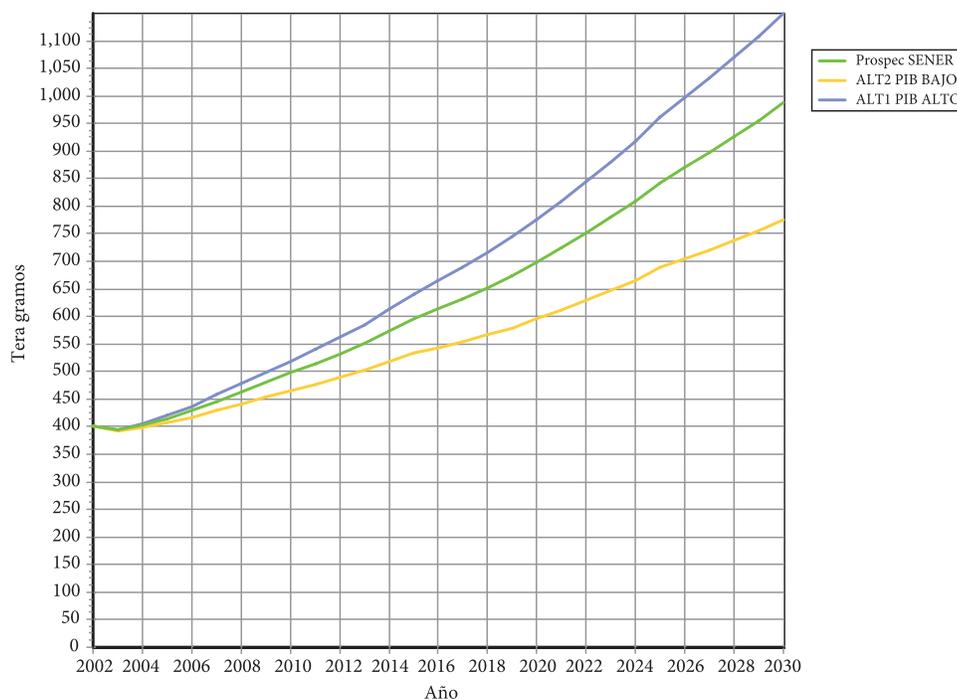
En cada uno de los procesos de transformación se incluyeron los combustibles auxiliares utilizados, reportados en el Balance Nacional de Energía como uso de energía propio del sector. La energía no utilizada tal y como se reporta en el Balance Nacional de Energía y que corresponde a la producción tanto de gas asociado como no asociado, se representó como un consumo en los módulos correspondientes. En los módulos de transporte de crudo y electricidad que no reportan emisiones se contabilizó la pérdida de energía reportada en el Balance Nacional.

Además de los factores de emisión por combustión se le asignaron factores de emisión para estimar las emisiones fugitivas de metano en los módulos de producción de carbón, producción de petróleo, producción de gas natural, generación de electricidad, plantas de gas y refinación de petróleo. También se le asignaron emisiones fugitivas a la demanda de gas natural en el sector residencial y comercial.

Escenario alternos

Se consideraron dos escenarios alternos de crecimiento económico de acuerdo con el documento de Pros-

FIGURA V.1 EMISIONES NACIONALES DE CO₂ EQUIVALENTE.



pectiva del Sector Eléctrico 2005-2014. Un escenario de crecimiento económico alto suponiendo el 5.2% de crecimiento medio anual del PIB y un escenario de crecimiento económico bajo suponiendo 2.8%. La demanda de energéticos de los diferentes sectores de la actividad económica nacional se estableció de acuerdo con los supuestos de crecimiento económico.

La intensidad energética del sector industrial se mantuvo constante e igual al valor de 2004, sin embargo la producción aumentó de manera proporcional al PIB. En el sector residencial, la demanda se modificó tanto por la saturación de enseres que consumen energía como por la intensidad con la que se utilizan estos equipos en función del aumento del PIB. Las capacidades de las plantas de generación, plantas de gas y refinerías se mantuvieron constantes e iguales al escenario base (Prospectiva SENER).

Opciones de mitigación

Dentro de las opciones de mitigación se consideraron las tecnologías propuestas en el estudio de “Prospec-

tiva sobre la utilización de las energías renovables en México. Una visión al año 2030” desarrollado por la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) para la SENER. En ese estudio se consideran, además de las tecnologías con base en fuentes renovables ya establecidas en México, a saber: hidroeléctrica, geotermoelectrica y eólica, la energía solar (fotovoltaica), la hidráulica a pequeña escala y el uso de biomasa.

Se propone la introducción de la tecnología de gasificación de carbón integrada a ciclo combinado. También se propone una mayor utilización de la generación con base en tecnología nuclear. Se consideran dos escenarios de penetración de las energías renovables en la visión al año 2030: Baja penetración y Alta penetración. Hasta el año 2014 se supone que la capacidad denominada libre en la Prospectiva del Sector Eléctrico se cubre con fuentes renovables de energía.

También se consideró la tecnología de celdas de combustible propuesta por los investigadores del Centro de Investigación en Energía de la Universidad Nacional Autónoma de México (CIE-UNAM) en otro

estudio de incorporación intensiva de fuentes renovables de energía a la generación eléctrica. Con esta propuesta se estableció un tercer escenario que propone un uso intensivo de las fuentes renovables de energía. Se tomó la distribución de la capacidad instalada en energías renovables propuesta por investigadores del CIE pero se escaló a la capacidad total calculada en el escenario base para la generación eléctrica.

Se estableció un cuarto escenario de penetración de fuentes renovables considerando las capacidades máximas identificadas para las diferentes fuentes de energía renovable en nuestro país y los proyectos hidráulicos identificados en la Prospectiva del Sector Eléctrico. Se supone que hasta el año 2014 la capacidad denominada libre en la Prospectiva del Sector Eléctrico se cubre con fuentes renovables de energía.

En el Cuadro V.8 se muestra la proporción de energía renovables en la capacidad de generación eléctrica de las diferentes propuestas y en el Cuadro V.9 se da

la proporción de la capacidad con energía nuclear en los diferentes escenarios. Las Figuras V.2 a V.5 presentan capacidades instaladas de las diferentes tecnologías hasta el año 2030 para los cuatro escenarios analizados.

Como opciones de mitigación de GEI para el sector transporte se proponen dos escenarios. El primero consiste en la introducción de la norma de rendimiento de combustible europea en los automóviles particulares a partir de 2008, esto equivaldría a una eficiencia de los automóviles nuevos de 15.73 km/l en condiciones reales de manejo. Además, la introducción de la norma americana en camiones ligeros que equivaldría a 7.52 km/l en condiciones reales de manejo. Otro escenario consideró una penetración de 40% de vehículos particulares a diesel y “SUV” a diesel en el año 2030. Se supuso una penetración de 20% de este tipo de vehículos en el año 2020 y de sólo 2% en el año 2010. Para los vehículos

CUADRO V.8 PROPORCIÓN DE CAPACIDAD DE GENERACIÓN CON BASE EN FUENTES RENOVABLES (%).

ESCENARIO	AÑOS					
	2002	2008	2012	2014	2022	2030
Visión 2030 bp	25.2	27.5	30.0	31.0	29.8	29.5
Visión 2030 ap	25.2	27.5	30.0	31.0	31.7	32.1
Prospectiva sener	25.2	24.3	23.3	21.9	16.2	13.6
Penetración intensiva renovables	25.2	37.5	45.7	48.9	56.9	65.7
Bp renovables	25.2	26.0	27.1	27.6	24.67	23.33

CUADRO V.9 PROPORCIÓN DE CAPACIDAD DE GENERACIÓN CON BASE EN ENERGÍA NUCLEAR (%).

ESCENARIO	AÑOS					
	2002	2008	2012	2014	2022	2030
Visión 2030 bp	3.4	3.8	4.6	4.8	9.81	12.0
Visión 2030 ap	3.4	3.8	4.6	4.8	8.8	10.5
Prospectiva sener	3.4	3.5	3.8	3.83	3.3	2.8
Penetración intensiva renovables	3.4	2.3	2.1	1.8	1.5	1.2
Bp renovables	3.4	3.8	4.3	4.5	3.4	2.8

FIGURA V.2 CAPACIDAD DE GENERACIÓN EN EL ESCENARIO DE LA VISIÓN 2030 CON BAJA PENETRACIÓN DE RENOVABLES.

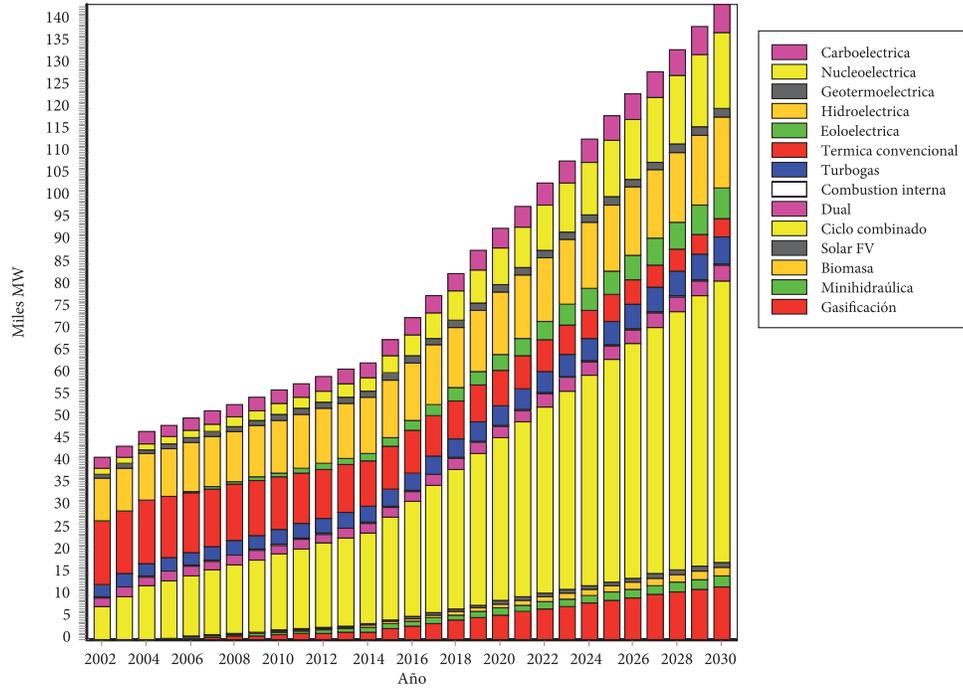


FIGURA V.3 CAPACIDAD DE GENERACIÓN EN EL ESCENARIO DE LA VISIÓN 2030 CON ALTA PENETRACIÓN DE RENOVABLES.

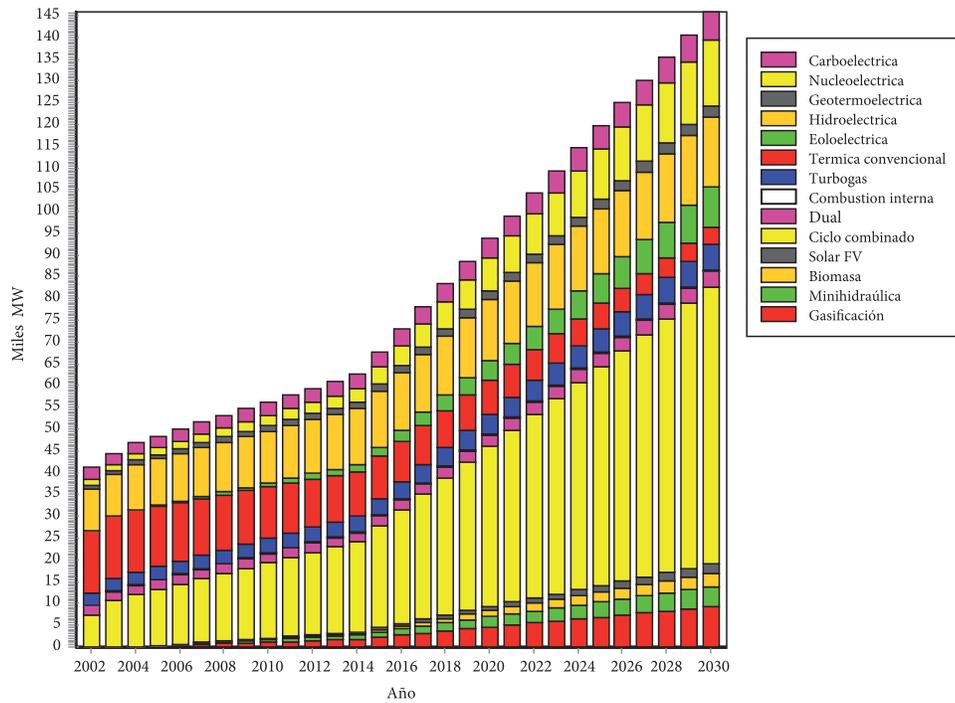


FIGURA V.4 CAPACIDAD DE GENERACIÓN EN EL ESCENARIO CON PENETRACIÓN INTENSA DE RENOVABLES.

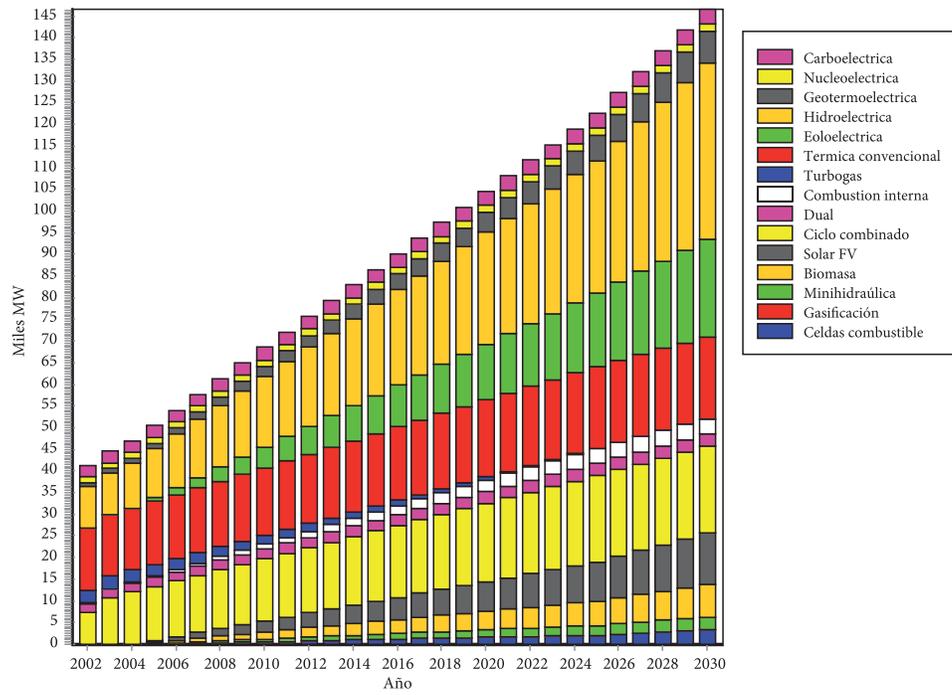
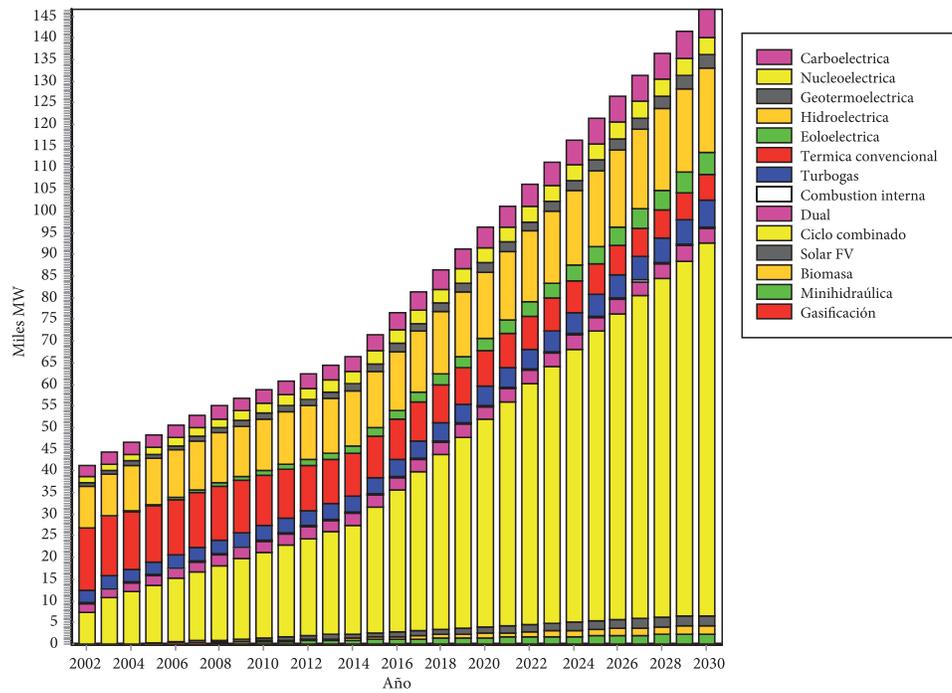


FIGURA V.5 CAPACIDAD DE GENERACIÓN EN EL ESCENARIO CON BAJA PENETRACIÓN DE RENOVABLES.



comerciales a diesel se hizo casi la misma suposición pero en el año 2030, la penetración fue de 39%. La eficiencia de los vehículos a diesel se consideró 23% superior a los vehículos a gasolina en el año base y de 33% en el año 2030.

Se consideraron las medidas de ahorro reportadas por la CONAE para los sectores industrial, residencial, comercial, agropecuario y transporte. Dado que el escenario base de los estudios de CONAE es el escenario en donde no se tienen implantadas estas medidas y el escenario base de este estudio tiene como año base el año 2002 en el cual ya se implantaron muchas de las medidas, se tomaron las diferencias entre los ahorros en el año supuesto y los ahorros en el año base.

En el escenario de mitigación de medidas múltiples se unieron las opciones de introducción de normas de eficientes en vehículos, camiones ligeros y SUV, la penetración de vehículos a diesel, la penetración alta de fuentes renovables de energía en la generación de acuerdo a la visión 2030 y las medidas de ahorro de CONAE.

Costos y beneficios

Los costos de inversión, de los combustibles y de operación y mantenimiento fijos y variables para las centrales convencionales, se tomaron del reporte Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico de la Comisión Federal de Electricidad, Referencia para la Formulación de Proyectos (COPAR) de Generación 2005. Es importante considerar que los costos de la generación nuclear que se han tomado en este estudio son los costos actuales con la tecnología ABWR utilizada en nuestro país. Si la opción tecnológica nuclear es otra en el mediano plazo será necesario actualizarlos.

Los costos que se consideraron para las centrales de gasificación, celdas de combustible, fotovoltaica y biomasa (se consideró basura sólida de municipio) se tomaron del estudio “Aprendiendo y Reduciendo Costos de Tecnologías para Generación en el Sistema

de Modelación de Energía Nacional (National Energy Modeling System)” preparado por la Universidad de California en Berkeley para el Departamento de Energía de los Estados Unidos.

Los costos de operación y mantenimiento variable para las centrales eólicas y los de operación y mantenimiento fijos para la central solar fotovoltaica y biomasa, así como los costos de inversión para la central de gasificación, son tomados del Cuadro C1 del anexo C del estudio del Banco Mundial: Energía Limpia y desarrollo, hacia un marco de inversión, de abril de 2006, pero escalados a valores más representativos de México con los costos de las centrales hidroeléctricas presentados en el COPAR 2005. Para la proyección de los costos de inversión hasta el año 2030, estos se escalaron a partir de la tendencia de reducción reportada en el estudio: Aprendizaje y Reducción de Costos de Tecnologías para Generación en el Sistema de Modelación de Energía Nacional.

En el Cuadro V.10 se muestra la comparación de los diferentes escenarios de introducción de energías renovables en la generación de electricidad, los del sector transporte, las medidas de ahorro y la opción de medidas múltiples. Se presentan también los costos de reducción a una tasa de descuento de 12% para el periodo 2002-2030.

Las emisiones en los sectores de generación de energía, del transporte e industrial son las que muestran una mayor sensibilidad a la tasa de crecimiento anual del PIB. En el caso del sector transporte oscilan entre un 26% mayor en el escenario de alto crecimiento económico a un 35% menor en el escenario de bajo crecimiento económico, comparados en el año 2030 con el escenario base.

Conclusiones

La generación de electricidad muestra una gran sensibilidad al crecimiento del PIB, variando desde un 30% menos en el escenario de bajo crecimiento económico hasta un 24% más en el caso del escenario de alto crecimiento económico, ambos con respecto al escenario de Prospectiva SENER en el

CUADRO V.10 COMPARACIÓN DE OPCIONES DE MITIGACIÓN.

ESCENARIO	PENETRACIÓN RENOVABLES 2030 (%)	REDUCCIONES ACUMULADAS 2002-2030 (TERA GRAMOS C _{eq} .)	COSTO DE REDUCCIÓN USD 2002 /TONELADA C _{eq} .
Penetración intensiva			
Renovables	65.7	421.0	362.0
Bp renovables	23.3	101.1	212.4
Visión 2030 bp	29.5	269.6	116.6
Visión 2030 ap	32.1	270.8	123.7
Transporte eficiente	—	142.4	
Dieselización	—	73.7	—
Conae			
Ahorros			
Energía	—	69.8	—
Medidas múltiples	—	520.4	—

año 2030. Lo mismo ocurre con la importación de gasolina que puede oscilar desde un 80% menos en el caso de bajo crecimiento económico hasta un 50% más en el caso del escenario de alto crecimiento económico.

Las emisiones de GEI en los sectores de generación de energía, transporte e industria son las que muestran una mayor sensibilidad a la tasa de crecimiento anual del PIB. En el caso del sector transporte oscilan entre un 26% mayor en el escenario de alto crecimiento económico, a un 35% menor en el escenario de bajo crecimiento económico comparados en el año 2030 con el escenario base.

En la generación eléctrica, la opción que tiene el menor costo de mitigación para todas las condiciones de tasa de interés es la propuesta en la visión 2030 con baja penetración de renovables (29.5% en 2030), con una participación importante de energía nuclear (12% en 2030) además de impulsar la participación de la gasificación de carbón a condición de que se capture el CO₂ en los gases de emisión. Esta opción reduce prácticamente la misma cantidad de GEI con un costo 6%

menor a la opción de alta penetración de renovables de la visión 2030.

El estudio concluye que puede reducirse 17% la emisión de GEI con respecto al caso base con la instrumentación de las siguientes opciones: a) Generación eléctrica con una participación de renovables de 29.5% y de la energía nuclear de 12%; b) implantación de normas de eficiencia energética en los vehículos particulares a gasolina (incluyendo los SUV) y vehículos comerciales a gasolina; c) mayor participación de los vehículos a diesel, y e) implantación de las medidas de ahorro impulsadas por el CONAE.

Sector Transporte

El sector transporte es reconocido como un importante emisor de GEI. La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) participa directa e indirectamente en las acciones de mitigación de GEI de nuestro país¹⁴.

¹⁴ Reporte de actividades de la SCT 2005 - 2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

Principales acciones de mitigación en el sector transporte

Cumplimiento de la normatividad vigente y desarrollo de capacidades de verificación vehicular

Verificación de emisiones contaminantes de los vehículos de autotransporte

Se estructuró una convocatoria que permite contar con centros fijos de verificación que integren sistemas de gestión de calidad en sus procesos, personal calificado y capacitado y facilita el control y supervisión de los mismos.

Norma Oficial Mexicana que regula los límites de emisión de gases provenientes de motores que utilizan diesel como combustible.

Esta vigente la Norma Oficial Mexicana NOM-045 y se encuentra en proceso de revisión su actualización. La revisión consiste en la actualización del método de prueba y los límites máximos permisibles de emisión asociados

Estudios para incrementar la eficiencia energética y reducir el consumo de combustibles (transporte carretero federal)

Convenio eficiencia energética vehículos y rendimiento de combustible

En febrero de 2002, se firmó el convenio concertado por el ejecutivo federal, a través de la SENER, SE, SEMARNAT, CONAE y la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), en el que se establece un marco de acuerdo para la eficiencia energética de vehículos automotores comercializados en el país y los rendimientos de combustible de automóviles y camiones nuevos que incorporan motores de combustión interna.

En el convenio, la AMIA se compromete a presentar información sobre rendimientos de combus-

tible y otros aspectos del vehículo, obtenidos de la certificación de emisiones de vehículos nuevos con base en los procedimientos establecidos por la normatividad vigente, mismos que son reportados a la PROFEPA antes de que estos vehículos sean comercializados. Esta información es actualizada y reportada por las empresas, en función de sus programas de comercialización a la CONAE, que se encarga de distribuirla a las dependencias oficiales que participaron en el acuerdo, además de que podrá utilizarla y difundirla para propósitos de información al público. Este acuerdo entró en vigor durante el segundo trimestre de 2002.

Desarrollo de capacidades en el sector comunicaciones y transporte

Incremento de la eficiencia energética y reducción de consumo de combustibles

El Instituto Mexicano del Transporte (IMT) trabaja en el análisis de la estrategia del sector para las Políticas a seguir en materia de mitigación de GEI. Dicho análisis se llevará a cabo en dos etapas: la primera encaminada a establecer un diagnóstico del transporte carretero federal; la segunda identificará las estrategias susceptibles de implementarse en México para coadyuvar a los trabajos de reducción de GEI.

Apoyo al desarrollo de infraestructura para mejores prácticas de transporte urbano

Tren suburbano

Se trata de un sistema de transporte moderno, electrificado y confinado, que tendrá una oferta inicial de 320,000 pasajeros/día. El sistema correrá de Buenavista en el Distrito Federal a Cuautitlán en el estado de México. Sustituirá indirectamente más de 25,000 viajes en unidades de baja densidad y tendrá un ahorro significativo en tiempos de recorrido, lo que desalentará el uso del automóvil, reduciendo emisiones de contaminantes locales y de GEI.

Incentivos para automóviles híbridos y eléctricos

Con el fin de impulsar el uso de medios de transporte que tengan menores impactos ambientales, en la Ley de Ingresos del Año 2005 se exentó del pago del impuesto de tenencia a los vehículos eléctricos y del pago del Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN) a los propietarios de vehículos híbridos.

El INE está analizando nuevos incentivos para la ZMVM que promuevan la eficiencia energética y el uso de nuevas tecnologías de control de emisiones vehiculares.

Esfuerzos de acción climática en el subsector autotransporte foráneo de carga y pasaje

Financiamiento para el desarrollo y modernización del autotransporte de carga y pasaje

La SCT ha instrumentado un Programa de Financiamiento para el Desarrollo y Modernización del Autotransporte de Carga y Pasaje, cuyo objetivo es conformar una flota moderna de autotransporte federal de carga, pasaje y turismo, mediante la sustitución de vehículos obsoletos por unidades nuevas o seminuevas que garanticen una mejor prestación de servicios en condiciones de seguridad, eficiencia, reducción de costos y disminución de la contaminación ambiental.

En 2002, NAFIN, SCT y ANPACT desarrollaron un esquema de apoyo dirigido a micro y pequeñas empresas, así como a personas físicas con actividad empresarial, dedicadas al transporte de carga o pasaje. En una segunda etapa, se incorporaron la Secretaría de Economía (SE), la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), las organizaciones de transporte y los principales fabricantes de vehículos pesados de México.

Desde el inicio del programa de financiamiento, en abril de 2002, hasta el mes de marzo de 2006, se han beneficiado 4,373 transportistas con 5,569 unidades a crédito por un monto de \$3,994 millones de pesos.

En abril de 2004 se inició la destrucción de unidades obsoletas. A partir de esa fecha hasta abril de 2006

se han inscrito 2,133 vehículos, de los cuales 1,560 ya fueron destruidos.

Mecanismo para un Desarrollo Limpio

El sector transporte trabaja en la instrumentación de los procesos que coadyuven a afrontar la problemática que genera el fenómeno del cambio climático, por lo que se estudian los nichos de oportunidades en todo el sector, que permitirán reducir los consumos de combustibles que generan los mayores deterioros a la capa atmosférica.

Desarrollo Social

La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) promueve, apoya y ejecuta acciones que contribuyen directa o indirectamente a mitigar emisiones de GEI e incrementar la capacidad nacional de adaptación ante los impactos del cambio climático global.¹⁵

Principales acciones de mitigación en el sector social

Residuos sólidos urbanos

En México, los residuos sólidos urbanos presentan un alto contenido de material orgánico (más del 50%). Aquellos que son confinados en tiraderos o rellenos sanitarios producen un biogás compuesto por CO₂ y CH₄.

El tratamiento eficaz de los residuos sólidos urbanos, particularmente los residuos provenientes directamente de rastros, mercados de alimentos y supermercados, puede reportar diversos beneficios: el saneamiento de los sitios de disposición final de residuos sólidos; la reducción de emisiones a la atmósfera del CH₄ asociado al biogás y la posibilidad de obtener fondos adicionales al vender estas reducciones en los mercados de bonos de carbono o por su uso como combustible para la generación de energía eléctrica.

¹⁵ Reporte de actividades de SEDESOL 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática, 2006.

Prospectiva del potencial de reducción de emisiones de GEI

SEDESOL elaboró dos escenarios del potencial de reducción de emisiones de GEI. El primero supone que los residuos sólidos depositados en sitios controlados y rellenos sanitarios no se incrementarán y que el biogás generado solamente será quemado, con o sin aprovechamiento, lo que arroja una estimación de 16.6 millones de toneladas de CO_{2eq} . El segundo escenario supone un incremento paulatino de rellenos sanitarios, una reducción de la cobertura de tiraderos sin control y tasas anuales de incremento de 3% hasta 2010, de 4% hasta 2020 y de 2% hacia el año 2030. La generación de metano sería de alrededor de 900,000 toneladas o bien casi 18.7 millones de toneladas de CO_{2eq} .

Monterrey I

Proyecto piloto, parcialmente financiado por el GEF, para la captura de gas metano proveniente del relleno sanitario de Monterrey, N.L. y su uso para generación de energía eléctrica (7MW de capacidad de generación). Desde su inicio en septiembre 2003 y hasta marzo 2006 se lograron reducciones de aproximadamente 600,000 toneladas de CO_{2eq} . Con base en los resultados de este proyecto, al menos cinco ciudades: Aguascalientes, Ciudad Juárez, León, Chihuahua y Querétaro, muestran interés por llevar a cabo proyectos similares.

Estudios de factibilidad

Se han realizado estudios de factibilidad para el aprovechamiento del biogás en Cuautitlán Izcalli, estado de México, Puerto Vallarta, Jalisco y Nuevo Laredo, Tamaulipas. Así mismo se trabaja en la elaboración del estudio para Ensenada, Baja California y Hermosillo, Sonora.

Con el apoyo de la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) se lleva a cabo el estudio de factibilidad para la ciudad de Chihuahua.

Transporte intraurbano

La SEDESOL brinda permanentemente asistencia técnica y capacitación a estados y municipios en materia de transporte público municipal. Entre las acciones más destacadas se encuentran:

Segundo Proyecto de Transporte Urbano

Este proyecto se realiza conjuntamente con el Banco Mundial. Ha dado como resultado el documento Marco de Salvaguarda Ambiental y Social para el Transporte Urbano (MASTU). Este enfoque ha sido puesto a consideración de 25 ciudades del país y de la SEMARNAT en su calidad de cabeza del sector ambiental. Actualmente, se encuentra en fase final de formulación para su aplicación a ciudades mexicanas.

Estrategias de apoyo a autoridades locales para mejorar el desempeño del transporte urbano

Se llevaron a cabo reuniones entre SEDESOL, la Embajada de Francia en México y la SEMARNAT, a fin de participar en las actividades del Mecanismo de Colaboración por un Aire Limpio en ciudades mexicanas. Asimismo y con la Misión Económica de Francia en México, SEDESOL participa activamente en el proyecto Apoyo Institucional y Aplicado a la Política Climática de México que, entre sus productos, incluirá el desarrollo de una metodología conforme con las reglas del MDL, aplicable al sector transporte urbano, particularmente tranviario.

Sector forestal

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), creada por Decreto Presidencial el 4 de abril del 2001, es un Organismo Público Descentralizado de la SEMARNAT, que tiene por objeto 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.

La CONAFOR desarrolla una serie de programas forestales en esta dirección y además contribuyen de manera directa e indirecta a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero (SEMARNAT, 2006).

Principales acciones de mitigación en el sector forestal

Programa de Desarrollo Forestal (PRODEFOR)

Este programa apoya a los dueños y poseedores de terrenos forestales para impulsar su desarrollo técnico, económico y social, con más de 22 mil proyectos ejecutados en el país. Durante el periodo 2001-2006, se incorporaron 9.3 millones de ha al manejo técnico y se benefició a 20,736 productores forestales. Asimismo, a través del PRODEFOR se apoyaron 350 proyectos de ecoturismo forestal, que coadyuvan a la conservación del medio ambiente, la biodiversidad y los sumideros de carbono, aprovechando su belleza escénica.

Programa de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN)

El actual PRODEPLAN operado por la CONAFOR dio inicio en 1997, y fue rediseñado en 2001, es el primero de su tipo en el país, su principal objetivo es recuperar los suelos forestales degradados, para restituir zonas arboladas y disminuir la presión sobre los recursos maderables mediante la creación de proyectos productivos orientados a la producción maderable. Las plantaciones forestales se han establecidos, principalmente en la zona del trópico húmedo del país. Durante el periodo comprendido de 2001 a mediados de 2006, este programa asignó recursos a 3,171 proyectos de plantaciones forestales comerciales, para establecer una superficie de 351.7 mil ha, las que deberán establecerse en su totalidad en 2008.

Estimaciones de la Universidad Veracruzana utilizando el programa BioCarbon Fund, desarrollado para ese propósito por el Banco Mundial (Bio-CF), señalan una captura aproximada de 47.5 millones de toneladas de carbono, cuando este programa tenía aprobadas 322 mil ha.

Programa de Conservación y Reforestación de Ecosistemas Forestales (PROCOREF)

Tiene como objetivo restaurar la cubierta vegetal en sitios estratégicos del país con las especies adecuadas, con base en la mayor información y seguimiento posibles. Uno de los objetivos estratégicos de este programa es el de incrementar la biomasa para contribuir a la captura de carbono. El PROCOREF sustituye al Programa Nacional de Reforestación (PRONARE). La idea es reforestar con especies nativas más apropiadas a la vez que se seleccionan mejor los lugares a ser reforestados. Asimismo, hoy se reforesta hasta las áreas más remotas e inaccesibles mediante la siembra aérea con semillas peletizadas —es decir, recubiertas con arcilla enriquecida con fertilizantes, hidrogel, micorrizas y repelentes orgánicos a aves y roedores.

En el periodo 2001-2005 se logró reforestar 1.8 millones de ha; se incrementó el porcentaje de sobrevivencia de las plantaciones al pasar de 20% en 1999 a prácticamente 50% en 2005.

El PROCOREF incluye el componente de protección, conservación y restauración de suelos forestales, que tiene por objeto revertir la degradación de los suelos forestales del país y contribuir al aumento y mejoría de la generación de servicios ambientales (captación de agua de lluvia, captura y conservación de carbono, entre otros) y de la supervivencia en las superficies reforestadas. Durante el periodo de 2001 a julio de 2006 se ejecutaron acciones de protección, conservación y restauración de suelos forestales en 2.8 millones de ha. En cuanto a sanidad forestal, se realizó un diagnóstico fitosanitario en 90 mil ha en 2001 y 233 mil ha en 2005, asimismo se amplió el tratamiento sanitario al pasar de 21 mil ha en 2002 a 32 mil ha en 2005.

Programa de Desarrollo Forestal Comunitario (PROCYMAF II)

El programa tiene el objetivo de asistir a ejidos y comunidades forestales en regiones prioritarias para mejorar el manejo de sus recursos forestales bajo esquemas que fortalezcan sus procesos de desarrollo local, generando ingresos con base en el uso integral

y diversificado de sus recursos. El PROCYMAF II se ejecuta en regiones forestales prioritarias de los estados de Durango, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca y Quintana Roo y su población objetivo son ejidos y comunidades forestales, principalmente indígenas.

El PROCYMAF II tendrá un periodo de ejecución de cuatro años (2004-2007), con un costo total estimado en 26.3 millones de dólares, de los cuales el Banco Mundial aporta el 74% y la diferencia es cubierta con recursos de los beneficiarios y del Gobierno de México.

Para el 2006, el programa apoyará 100 mil ha para su incorporación al manejo técnico predial y 300 mil ha al ordenamiento territorial comunitario; desarrollar y fortalecer 30 empresas forestales comunitarios, y beneficiar a 300 ejidos y comunidades.

Programa para la Integración y Desarrollo de Cadenas Productivas Forestales

Este programa impulsa la asociación de los diversos agentes económicos que participan dentro del aprovechamiento primario, las manufacturas y servicios vinculados al sector forestal. En 2005, el programa contó con 4.9 millones de pesos.

Programa de Pago por Servicios Ambientales Hidrológicos

Instrumentado a partir de 2003, fue el primero en su género en México, al valorar y pagar el servicio ambiental de captación de agua. Este programa paga a los poseedores de los recursos forestales una cantidad anual para asegurar un manejo que mantenga bien conservado los bosques y selvas, conservando a la par su biodiversidad y sus servicios ambientales, especialmente la captura de agua y carbono.

De acuerdo con las estadísticas oficiales, se incorporaron aproximadamente 480 mil ha al pago de servicios ambientales hidrológicos durante el periodo 2003-2005, favoreciendo a una gran cantidad de propietarios poseedores de los recursos forestales. Con apoyo del INE para su difusión, se pretende dar cada

vez mayor cobertura nacional a los programas de este tipo. La CONAFOR ha estimado una superficie aproximada de 3.8 millones de ha disponibles para el pago de este tipo de servicio ambiental en todo el territorio mexicano (SEMARNAT, 2006).

Programa para Desarrollar el Mercado de Servicios Ambientales por Captura de Carbono, los derivados de la Biodiversidad y para fomentar el establecimiento y mejoramiento de los Sistemas Agroforestales (PSA-CABSA)

Las reglas de operación de este programa se publicaron en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2004, tiene como objetivos promover el acceso a los mercados nacionales e internacionales de los servicios ambientales relacionados con la captura de carbono y con la biodiversidad de los ecosistemas forestales, a impulsar el establecimiento de sistemas agroforestales mediante la reconversión del uso eminentemente agrícola del suelo hacia un uso que integre elementos agrícolas y forestales, así como del fortalecimiento de sistemas agroforestales ya existentes.

De acuerdo con la CONAFOR durante 2004 y 2005 se incorporaron aproximadamente 58 mil has al pago de servicios ambientales por captura de carbono, biodiversidad y sistemas agroforestales.

Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Una de las acciones de conservación más importantes del país ha sido la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas para la protección de la biodiversidad de los recursos naturales y de los ecosistemas representativos del territorio nacional. Al conservar estos recursos, sobre todo en cuanto a las grandes extensiones de bosques y selvas primarias, se conservan también sumideros de carbono de gran importancia.

Al cierre de 2005 existían, bajo distintas modalidades de protección, 155 ANP que cubren 18.9 millones de ha, de las cuales 80% corresponden a ecosistemas

terrestres (principalmente matorrales xerófilos, bosques templados y selvas) y 20% a ecosistemas marinos. Estas ANP representan 9.6% de la superficie terrestre del país.

Sistema de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMA)

Las UMA fueron creadas con el propósito de contribuir a compatibilizar y reforzar mutuamente la conservación de la biodiversidad con las necesidades de producción y desarrollo socioeconómico de México en el sector rural. Se busca también promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables. Las UMA se clasifican en extensivas e intensivas, y son aplicables en todo tipo de régimen de propiedad (ejidal, privada o comunal).

Por lo anterior, dichas unidades representan una alternativa rentable para propietarios y productores que contribuyen no sólo a la conservación y mantenimiento de la biodiversidad y de los acervos genéticos, sino también a la preservación de los ecosistemas naturales y el suelo, así como al sustento de los servicios ambientales vitales, como es la captura e infiltración de agua, la captura de carbono y la conservación de los sumideros de carbono.

Para 2005, se contaba con 6,766 UMA y 24.06 millones de ha, que representaban el 12.2% de la superficie del territorio nacional.

Inventario Nacional Forestal y de Suelos

Otro producto de gran relevancia de la CONAFOR es el Inventario Nacional Forestal y de Suelos 2004-2009, sin lugar a dudas es de gran utilidad para el desarrollo del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, particularmente en el sector de Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura. A mediados de 2006, la CONAFOR generó un informe parcial donde señaló que los avances en el levantamiento de la información de campo de 2004 a mediados de 2006, era del 82%.

Actividades de Investigación en el sector forestal

La modelación de la deforestación en México e implicaciones para proyectos de captura de carbono

Este estudio aborda aspectos relacionados con conservación forestal (es decir, deforestación evitada), y constituye un tipo único de proyectos de uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (USCUSS). Varios países, entre ellos México, han mostrado interés en el desarrollo de proyectos de conservación forestal dado su potencial para hacer más lenta la deforestación e incluso revertir las altas tasas existentes, lo cual podría generar reducciones de emisiones de GEI. Este estudio cobra importancia, desde el momento en que han iniciado las negociaciones en la CMNUCC para el establecimiento de un esquema de incentivos para la reducción de la deforestación en países en desarrollo.

En esta investigación, Brown *et al.*, (2003) se concentraron en mejorar la proyección de los cambios en el uso del suelo, estudiando dos regiones de México con diferentes condiciones ecológicas y socioeconómicas, dinámicas de población y usos del suelo. Específicamente estudiaron áreas en los estados de Campeche y Michoacán. Se utilizaron y probaron tres modelos: i) modelo de cambio de área forestal (FAC), ii) modelo de uso de la tierra y captura de carbono (LUCS), y iii) modelaje geográfico (GEOMOD) que podrían utilizarse para el cálculo de líneas base regionales de cambio de uso del suelo, concentrándose en la tasa de deforestación.

Se obtuvieron resultados que difieren para cada modelo y se concluyó que no es realista proyectar el cambio de uso de la tierra más allá de diez años, ya que las tasas y los patrones de deforestación están sujetos a factores biofísicos, socioeconómicos y políticos.

Uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura

El estudio fue desarrollado con el apoyo económico de la US EPA y tuvo como objetivos principales: i) es-

tablecer un sitio de Internet interactivo con mapas digitales de uso del suelo y cubierta vegetal, ii) construir mapas de densidad de carbono de las principales clases de vegetación y de emisiones, entre otros productos, y iii) proporcionar a los tomadores de decisiones la evaluación del potencial de los proyectos de mitigación así como la identificación de áreas prioritarias para la captura de carbono, tanto en proyectos de reforestación como proyectos de conservación, tomando en consideración criterios e indicadores sociales, económicos y ambientales.

El estudio concluye que independiente de la combinación de los criterios que se seleccionaron para identificar las áreas prioritarias, destacan regiones en Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Nayarit, y la región con predominancia de Tarahumaras en Chihuahua y Durango, como de importancia alta. La decisión de incluir, excluir o ponderar criterios es muy importante y debe ser discutido a nivel nacional y regional con las diferentes entidades gubernamentales y los grupos sociales involucrados.

Índice de carbono para México

Debido al compromiso de México ante la CMNUCC, de elaborar y actualizar periódicamente su Inventario Nacional de Emisiones de GEI, y la dificultad que representan las estimaciones en el sector USCUS, y sobre todo la poca disponibilidad de información para su actualización, se coordinó el estudio: Asistencia Técnica para el Desarrollo de un Índice de Carbono para México, que buscó fortalecer las capacidades del país para estimar la cantidad de CO₂ en biomasa perdida o ganada en el tiempo, basado en una metodología consistente. Los objetivos fueron facilitar el intercambio de información entre los principales involucrados en el análisis de las existencias de carbono en México, identificar elementos que limitan el poder de informar con exactitud las pérdidas y ganancias de carbono, y sugerir opciones para enfrentar dichas limitaciones. Como resultados del estudio se hicieron recomendaciones para mejorar las estimaciones de carbono del país en este sector en particular.

Proyecto Manejo Sustentable de Laderas (PMSL)

El PMSL es una iniciativa de investigación aplicada y desarrollo socioeconómico entre poblaciones campesinas con alta marginación. Su área de operación cubre una extensión de 930,269 ha montañosas de laderas en la sierra norte del estado de Oaxaca, donde se practica, en su mayoría, una agricultura de milpa de roza-tumba-quema y de milpa permanente en pequeñas superficies con reducida producción de alimentos.

El PMSL se inició con una primera fase en la cual se produjo el proyecto básico (1997-1998). Con la aportación de los recursos económicos del GEF, la SAGARPA, el gobierno del estado de Oaxaca, el Colegio de Postgraduados y el INIFAP, la operación del PMSL se planeó para un período inicial de cinco años, modificándose más tarde a siete años (1999-2005).

Este proyecto se compone de cinco subproyectos:

- caracterización geográfica y medición de escurrimientos;
- medición de la captura de carbono;
- tecnologías alternativas sustentables;
- evaluación socioeconómica en comunidades indígenas; y
- capacitación y divulgación.

Los objetivos del subproyecto medición de la captura de carbono fueron: i) desarrollar una metodología para medir la captura de carbono en sistemas naturales y agrícolas de ladera; ii) establecer el tamaño de los almacenes (*stocks*) de carbono y nutrientes existentes en el suelo y en la biomasa de parcelas con distintos sistemas vegetales: forestales secundarios, cultivos permanentes (café y pradera), cultivos anuales (milpa tradicional y en labranza de conservación) y mixtos (maíz intercalado con árboles frutales) en terrenos de ladera; iii) determinar la capacidad de los sistemas permanentes y cultivados para actuar como sumideros de carbono; entre otros.

Además de los resultados del subproyecto, resalta la elaboración del *Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción en laderas* que sistematiza y expresa en forma sencilla y práctica los pasos que se requieren para lograr la cuantificación de captura de carbono en sistemas vegetales. Se ilustra paso a paso el proceso de cuantificación en el que interactúan la observación, la ubicación de sitios de muestreo para la toma periódica de muestras hasta la determinación del contenido de carbono.

El manual hace especial referencia en la cuantificación de la captura de carbono en el Sistema de Milpa Intercalada con Árboles Frutales (MIAF), considerado como una innovación tecnológica generada en el subproyecto: Tecnologías alternativas sustentables. El sistema MIAF consiste en una combinación de cultivos anuales (maíz y frijol, principalmente) con barreras o muros vivos constituidas por árboles frutales, como durazno y café. Este sistema se caracteriza por sus capacidades para capturar CO₂, prácticamente, igualando a las de los sistemas forestales, pastizales y otros sistemas de producción frecuentes en el ámbito ecológico de laderas.

Evaluación del potencial de captura de carbono en comunidades indígenas y campesinas del estado de Oaxaca

El estudio para la evaluación del potencial de captura de carbono fue elaborado por la organización no-gubernamental Servicios Ambientales de Oaxaca, A.C., durante los años 2002 y 2003, y se desarrolló en 17 comunidades de cuatro regiones del estado de Oaxaca.

Los objetivos del estudio fueron identificar las oportunidades, debilidades y amenazas, que significarían el establecimiento de un esquema de prestación de servicio de captura de carbono. Los resultados de este estudio, pueden servir como marco de referencia para la incorporación y articulación de una oferta comunitaria y regional conjunta de captura de carbono.

El estudio contempla el mejoramiento de los sistemas de producción, ya que la idea es intervenir las zo-

nas forestales degradadas mediante la reforestación y la regeneración natural con especies nativas, manejo y mejoramiento de acahuals, agricultura de conservación, sistemas agroforestales, áreas comunitarias para la protección de mantos acuíferos, cabeceras de cuenca y biodiversidad. Las actividades anteriores fueron seleccionadas utilizando una combinación de criterios sociales y ambientales. El potencial de captura de carbono para cada uno de los sistemas de producción se estimó utilizando una adaptación del modelo LUCS (Land Use and Carbon Sequestration Model) desarrollado por el World Resources Institute.

Con los resultados del estudio se pretende elevar la calidad de vida de las familias de las comunidades involucradas promoviendo el desarrollo integral comunitario.

Captura de carbono en los suelos de México y Centroamérica (Bioma A)

En México y Centroamérica se ha documentado escasamente la captura de carbono en los suelos, además de que en el tipo de vegetación del Bioma A, existen ecosistemas que tienen el potencial para la captura de carbono, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar cuanto carbono puede ser capturado en el suelo.

Los autores (Etchevers *et al.*, 2006) describen los severos problemas de degradación del suelo en México y Centroamérica, y resaltan que a principios de los 90, el 85% del territorio mexicano fue afectado por erosión hídrica y 80% por degradación biológica a través de la pérdida de materia orgánica del suelo, esta última esta fuertemente influenciada por el clima. Una manera de reducir y aun revertir estos procesos es adoptar prácticas de manejo como la labranza de conservación, lo que trae como consecuencia un incremento en la captura de carbono por el suelo.

Se hace referencia a un proyecto que cuantificó el carbono orgánico del suelo en la capa superior (0-20 cm) de un total de 4,583 muestras de toda la República Mexicana. También desarrollaron un modelo para determinar la distribución del carbono en el subsue-

lo, basado este en datos de muestreo de campo. Las estimaciones del carbono en el suelo de este estudio están basadas en las de la literatura internacional y de la opinión experta de los autores.

Para el año 2020, aproximadamente 8.8 millones de hectáreas pueden dedicarse a un amplia gama de opciones de captura de carbono en México. Entre las prácticas de manejo que se recomiendan, sobresalen la labranza de conservación, agroforestería y plantaciones de restauración con una tasa de captura de carbono, que fluctúa entre 0.1- 3.0 ton ha⁻¹ año⁻¹, tomando en cuenta estas tasas de captura, el potencial puede alcanzar entre 3.8 y 16.7 millones de toneladas por ha por año.

Estudio del potencial de captura de carbono en cinco comunidades del municipio Tenosique, Tabasco

Se ha estimado que en México, alrededor de 4.5 millones de ha se encuentran disponibles para establecer sistemas agroforestales, mientras que otras 6 millones de ha se pueden rescatar de la deforestación a través de proyectos que mejoren la roza-tumba-quema y el manejo forestal. Varios sistemas forestales y agroforestales son viables desde el punto de vista técnico, social y económico.

Este estudio fue desarrollado por El Colegio de la Frontera Sur y financiado por la CONAFOR a través del PRODEFOR. Los objetivos fueron: a) determinar el potencial de captura de carbono de los sistemas agroforestales y forestales en cinco comunidades de Tabasco, y b) establecer un modelo de manejo agroforestal y forestal de las comunidades, tendiente a ofrecer tasas de captura de carbono (De Jong *et al.*, 2003).

En las cinco comunidades estudiadas, hay 166 ejidatarios, que cuentan con una superficie de tierra total de 5,280 ha de las cuales 2,559 ha son forestales.

Los sistemas agroforestales propuestos y la superficie que podría destinarse para cada sistema son: cerco vivo (13,990 m lineales), sistema de acahual mejorado (258 ha) y plantaciones en pastizales (159 ha).

La captura de carbono en cada uno de los sistemas en las cinco comunidades es de 33 ktC para acahual mejorado, 20 ktC para plantaciones en pastizales y 1.8 ktC para cercos vivos. La cantidad de carbono capturado para las áreas de manejo forestal en las cinco comunidades se estimó en 131.9 ktC.

Los autores señalan que con base en los resultados del trabajo, en la zona de estudio existe una gama de sistemas identificados por los productores que son técnica, económica y socialmente viables. Por otra parte, los costos de captura de carbono, en dólares, se ubican dentro de los promedios más bajos estimados en otros estudios. Por lo anterior, el gobierno de Tabasco deberá evaluar la manera de facilitar recursos económicos que apoyen este tipo de propuestas, ya que permiten la reforestación del estado, se facilita la conservación de sus suelos y mantos freáticos y se previene el asolve de ríos y sistemas acuíferos que se incrementan de manera alarmante.

Obtención de factores de emisión nacionales en el sector agropecuario

Durante la elaboración de un Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se presenta un problema recurrente debido al uso de factores de emisión (FE) inadecuados para la actividad emisora de GEI, porque en algunos casos se carece de estudios que permitan determinar factores de emisión propios a nivel nacional: ninguno de los cinco sectores contemplados en los inventarios de GEI se escapa a tal situación.

En el sector agricultura, los diversos factores de emisión utilizados en los inventarios previos han dado como resultado inconsistencias, especialmente sobreestimaciones en las emisiones de CH₄ y N₂O derivados de la ganadería y de la combustión de la caña de azúcar. Ordóñez y Hernández (2005) reportaron una reducción en las emisiones totales del sector, debido sólo a la corrección de los valores por defecto de los factores de emisión (Cuadro V. 11).

En este contexto, el estudio tuvo como finalidad obtener información de dos FE en el sector agricultura, a fin de reducir incertidumbre en el INEGEI.

Para el logro de los objetivos se calcularon los valores nacionales de la relación cultivo-residuo, la frac-

CUADRO V.11 VARIACIÓN EN LAS EMISIONES EXPRESADAS EN GG DE CO₂ EQ. (INVENTARIO DE 1990 Y ACTUALIZACIONES) CON DIFERENTES FE.

	1990	1992	1994	1996	1998	2000	2002
INEGEI 1995	38,863						
INEGEI 2000			57,110	55,674	54,463		
INEGEI 2002	47,432	46,054	45,508	44,081	45,449	45,531	46,151

ción de materia seca y la fracción de carbono en los residuos de cosecha, la quema de la caña de azúcar en diversos sistemas de producción en México. Se determinaron los factores de emisión para estimar las emisiones de CH₄, derivadas de la fermentación en tres sistemas de producción presentes en tres regiones con diferentes climas en México. Los resultados obtenidos se resumen de la siguiente forma:

Factor de emisión en ganado. Se realizó una revisión exhaustiva y se presentan los resultados de los factores de emisión de metano, producto de la fermentación de estiércol en tres sistemas de producción, de tres regiones climáticas de México, obtenidos por González y Ruiz (2006).

Respecto al porcentaje de los FE de González y Ruiz (2006) al compararlos con los valores reportados por el PICC (1997 y 2000), se encuentran diferencias significativas (Cuadro V.12), lo que sugiere desarrollar

más estudios en las diferentes condiciones climáticas de México, tomando en cuenta el tipo de alimentación del ganado.

Factor de emisión en agricultura. Para estimar los valores nacionales en la quema de la caña de azúcar en diversos sistemas de producción en México, se incluyó información sobre tipo de surcado, número de cepas por ha, número de tallos por ha, longitud de canutos, longitud de tallos y producción por ha (Campos y Ambríz, 2006).

Se determinó la biomasa por estructura vegetal (tallos, hojas y raíz) y las relaciones porcentuales del área foliar con respecto al tallo, masa del tallo con respecto al peso total de la caña (incluyendo raíz); posteriormente se determinó la concentración de carbono por estructura vegetal y se realizaron las estimaciones de los valores nacionales del carbono contenido en dichas estructuras.

CUADRO V.12 COMPARACIÓN DE LOS FE DE METANO OBTENIDOS POR GONZÁLEZ Y RUIZ (2006) CON RESPECTO A LOS DEL PICC REPORTADOS EN 1997, EXPRESADO EN PORCENTAJE.

TIPO DE CLIMA	LECHERO			ESTABULADO		CORRAL		PASTOREO	
	IPCC		G y R	IPCC		G y R	IPCC		G y R
	L, C	L	C	L, C	L ^a	L, C	C ^a	L, C	DP ^a
Cálido	65	80	80	1.0	0.20	1.0	0.09	1.0	0.02
Templado	65	80	80	1.5	0.39	1.5	6.00	1.5	1.05
Árido	65	80	80	2.0	1.16	5.0	5.70	2.0	5.38

Donde: G y R = González y Ruiz, 2006.

L = lechero, C = cárnico, DP = doble propósito.

^a Los valores reportados en esta celda, fueron producto del promedio en los valores de sitios con temperatura cálida de 27 °C a 35 °C, basado en el trabajo de González y Ruiz, 2006.

	INVENTARIOS PREVIOS	ACTUALIZACIÓN DEL INEGEI (1990-2002)	EN ESTE ESTUDIO
Relación residuos - cultivo	0.28	0.16	0.15
Fracción de materia seca	0.30	0.83	0.78
Fracción de carbono en residuos	0.4709	0.4325	0.2230

Las hojas de la base de la caña pesan más y conforme crece la caña las hojas van decreciendo y por lo tanto pesan menos; el promedio es de 7.4 g por hoja. La punta de la caña representa 15% y la base 13% que dan un total de 28% de residuos de la cosecha final. La concentración de carbono es de 11.5% contenido en 0.25 g de hoja.

En promedio, los tallos constituyen 72% del peso total de la caña, la base que se queda en el suelo 13%, la punta 8% y las hojas que se queman con las puntas 7%. El 30.3% del peso total de los tallos es carbono. La cantidad de residuos que se queman completamente en la cosecha equivalen al 22.3%.

De acuerdo con los lineamientos de las Guías de las Buenas Prácticas del PICC de 1996 y su actualización de 2001, se modificaron algunos valores por defecto para determinar las emisiones por la quema de la caña de azúcar en la actualización del INEGEI, del sector en cuestión (Cuadro V. 13).

Diseño de una estrategia de restauración ambiental y prevención de incendios

Se pronostica que los incendios forestales serán cada vez más frecuentes y agresivos, dado que las condiciones climáticas cambiantes favorecerán cada vez más la iniciación y propagación del fuego, ocasionando efectos nocivos a la salud humana, especialmente en enfermedades respiratorias. Una de las mayores consecuencias ocasionadas por los incendios forestales son los efectos en las concentraciones de GEI en la atmósfera. El cambio de uso del suelo por deforestación y la combustión de biomasa han provocado la emisión de enormes cantidades de GEI a la atmósfera.

La Selva Lacandona en el estado de Chiapas, presta servicios ambientales que son fundamentales no sólo para México sino para el resto del mundo, en ella se genera cerca del 30% del caudal de agua dulce del país; captura carbono y generación oxígeno; retiene agua y con ello ayuda a regular las inundaciones y la variación del clima; genera los nutrientes que condicionan la fertilidad de las planicies bajas de sus ríos y contribuye a la productividad de las costas de los estados de Tabasco y Campeche.

Por lo anterior se desarrolla el estudio: Estrategia de restauración ambiental y prevención de incendios en ejidos ribereños del río Lacantún, colindantes con la Reserva de la Biosfera Montes Azules, cuyo objetivo es diseñar una estrategia integral de restauración de áreas dañadas y prevención de incendios forestales en las áreas de influencia de la reserva —respetando y aprovechando los mecanismos internos de organización propios de las comunidades— orientada a recuperar áreas afectadas por el fuego, a disminuir la degradación, a evitar que el uso del fuego agropecuario afecte a los ecosistemas naturales remanentes y a las poblaciones humanas, y a incentivar prácticas de manejo más adecuadas para la prevención de incendios.

Los resultados del estudio serán: a) documento sobre el uso del fuego en la región; b) lineamientos para que las comunidades protejan las selvas y reglamentos para el uso del fuego que derive en posibles acuerdos; c) diagnóstico sobre la calidad del aire en la región durante la época de quemas, y de los efectos de ésta sobre la salud humana y d) un programa de restauración de áreas dañadas y prevención de incendios forestales para la zona y la ubicación geográfica de los sitios críticos de incendios.

Sector agrícola

Algunos programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA)¹⁶ contribuyen con acciones indirectas para la mitigación de GEI. Las áreas adscritas a la SAGARPA que participan y contribuyen en este proceso, con acciones directas o indirectas de mitigación de GEI (así como de adaptación ante los impactos previstos del cambio climático), son:

- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP);
- Colegio de Postgraduados (COLPOS en Montecillo, Estado de México);
- Universidad Autónoma Chapingo (UACH);
- Comisión Nacional de Zonas Áridas (CONAZA);
- Comisión Nacional de Pesca (CONAPESCA);
- Coordinación General de Ganadería; y
- Subsecretaría de Agricultura (que actúa como área coordinadora).

Principales acciones de mitigación en el sector agrícola

Programa de fomento agrícola

Contribuye a mitigar emisiones de GEI debido al mantenimiento de la cobertura vegetal, la fijación de carbono por fotosíntesis y la disminución de horas máquina en las labores de cultivo, lo que disminuye el consumo de diesel. Además, favorece indirectamente la sustentabilidad de los recursos naturales al desarrollar conocimientos y mejorar las técnicas de cultivo.

Reconversión productiva

Esta acción consiste en dar apoyos para el reordenamiento de la producción y reemplazar monocultivos por policultivos (o cultivos intercalados) y cultivos de perennes y leñosas, mismos que aumentan la biomasa por unidad de superficie (captura de carbono), incre-

mentan la estratificación de la vegetación y, con ello, proveen de mayor número de nichos ecológicos para la avifauna, pequeños mamíferos, reptiles e insectos.

Lo anterior es de la mayor importancia en el contexto de mitigación de emisiones de GEI, pues permite la captura de carbono adicional por hectárea en producción. De 2003 a 2005, se han reconvertido 432,364 ha en todo el territorio nacional. Las conversiones van de cultivos tradicionales a frutales u otras alternativas o mejoramiento de patrones ante enfermedades que acabarían con las plantaciones como el virus de la tristeza en cítricos. Otros son más eficientes como suplir al sorgo por pastos y generar una cobertura constante que evite la erosión eólica.

Programas de fomento ganadero

La ganadería es una de las fuentes más importantes de emisiones de CH₄. Tanto el ganado rumiante (vacuno y ovino, principalmente), como algunos no rumiantes (cerdos y caballos, entre otros) producen metano mediante la fermentación entérica, aunque los rumiantes constituyen la fuente más importante. Las emisiones de CH₄ resultantes de esta actividad pueden reducirse si los productores utilizan mejores sistemas de pastoreo, especies de pasto forrajero de mejor calidad, e incorporando técnicas y controles de alimentación en los que se utilicen alimentos equilibrados para lograr una digestión adecuada. El CH₄ procedente de las excretas animales (estiércol) resulta de su descomposición anaeróbica y se incrementa en función del número de animales bajo crianza en un área confinada (por ejemplo, corrales para engorda de ganado de carne). La SAGARPA promueve la mitigación de GEI al apoyar proyectos de infraestructura que utilicen este tipo de tecnologías.

Manejo integrado de suelo y agua

Apoyos para la tecnificación del riego (uso eficiente del agua en el riego de cultivos) y el mejoramiento, conservación y rehabilitación de suelos (mejor utilización de nutrientes). De 2003 a 2005 se apoyó la tec-

¹⁶ Reporte de actividades de la SAGARPA 2005-2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.

nificación del riego en 31,238 ha en beneficio de 5,700 productores, lo que representó un ahorro de alrededor de 109 millones de m³ de agua comparado con el volumen utilizado en el riego tradicional en surcos, con el consecuente ahorro energético y mitigación de emisiones de GEI.

Mecanización

Apoyos a la adquisición y reparación de tractores para incrementar y renovar el parque de maquinaria agrícola existente en el país. Con ello se logra elevar la eficiencia productiva y reducir el deterioro de los suelos.

Rehabilitación de las tierras de pastoreo

Apoyos al establecimiento, rehabilitación y conservación de las tierras de pastoreo, así como a la reforestación con cercos vivos. Estas acciones incrementan, de modo sostenible, la disponibilidad de forraje por unidad de superficie en tierras de pastoreo mediante el uso de gramíneas, leguminosas y otras plantas forrajeras que incrementan la biomasa media total por unidad de superficie. Simultáneamente, al mejorar la disponibilidad, la calidad y el balance nutritivo del forraje se facilitan los procesos digestivos del ganado que, al no tener que digerir grandes cantidades de celulosa sujeta a fermentación entérica, reduce sensiblemente la producción y las emisiones de metano a la atmósfera. Durante el periodo 2000-2005 se rehabilitaron, en promedio, un millón de ha por año.

Programa nacional de microcuencas (FIRCO)

Vincula esfuerzos públicos y privados para impulsar la sustentabilidad de los recursos existentes en las mismas. Durante 2005 se identificaron 258 microcuencas con plan rector de producción y conservación sustentable de los recursos agropecuarios y forestales, que es la base para financiar este tipo de proyectos productivos; con lo anterior, de 2002 a 2005 se registró un total de 1,414 microcuencas que

comprenden una superficie de 11 millones de ha ubicadas en las zonas marginadas del país en las que habita una población estimada de 3.3 millones de personas.

Se encuentra en fase de desarrollo el proyecto Manejo Sostenible de Tierras, con apoyo del GEF con un donativo de \$4.3 millones de dólares a través del PNUD. El objetivo de la propuesta de proyecto es complementar las aportaciones del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola (FIDA) en nueve microcuencas “modelo” en los estados de Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Oaxaca, San Luís Potosí, Veracruz y Zacatecas

Proyecto de energía renovable para la agricultura (FIRCO)

Los objetivos de este proyecto consisten en eliminar las barreras que han impedido el uso generalizado de tecnologías aplicables a fuentes renovables de energía, con objeto de reducir costos de implementación para el uso de estas fuentes e impulsar el desarrollo de aplicaciones productivas en el sector agropecuario. En las áreas rurales donde el servicio de la energía eléctrica no está disponible, la energía solar (fotovoltaica) y la eólica constituyen opciones viables, el biometano no ha sido tecnológica y económicamente viable para los productores agrícolas, desde el punto de vista de la relación de costos de inversión y beneficios obtenidos. Estas fuentes renovables de energía podrán utilizarse para bombeo de agua, radiocomunicaciones, iluminación, ventilación, carga de baterías para molinos, ordeñadoras, cercos eléctricos, etc.

Por ello se considera que la incorporación de tecnologías de energía solar y eólica, ofrece amplias perspectivas de utilización en áreas rurales de México carentes de suministro de energía eléctrica, o bien donde la electrificación tradicional requiere de grandes inversiones. La estrategia central consiste en asistir técnicamente el desarrollo de proyectos agropecuarios demostrativos, cuyo conocimiento se difunda entre los productores.

Entre los resultados más relevantes de este proyecto destacan la implementación de 195 proyectos agro-

pecuarios que utilizan energía solar para bombeo de agua (destinada a abreviar ganado y a riego de forrajes), concentrados principalmente en cuatro entidades federativas: Baja California Sur, Chihuahua, Quintana Roo y Sonora. Actualmente se busca ampliar el uso de estas tecnologías a las otras 28 entidades de la República y fortalecer la demanda en los cuatro estados donde estas tecnologías ya han sido demostradas.

Fondo de estabilización, fortalecimiento y reordenamiento de la cafeticultura

Este Fondo contribuye a fomentar y conservar los sistemas tradicionales de producción cafetalera, que utiliza comunidades forestales para que los cafetales crezcan bajo sombra, garantizando la conservación de la cobertura arbórea, de la diversidad de hábitat y especies, así como de los servicios ambientales que brindan estos ecosistemas forestales, especialmente la captura y almacenamiento de carbono.

Programa de prevención de incendios forestales

La SAGARPA y CONAFOR son corresponsables de este programa transversal ambiental, en el cual participan asimismo la Secretaría de la Defensa Nacional (SEDENA) y la CONABIO. Se fomenta la modificación de los sistemas tradicionales de roza, tumba y quema, sobre todo en áreas selváticas del sureste mexicano donde esta tradición tiene un arraigo especial. El propósito principal es influir en las conductas y prácticas de los agricultores para que las quemadas empleadas en la limpieza de parcelas de cultivo y de potreros no se salgan de control y provoquen incendios forestales. Estas acciones complementan el Programa Nacional de Incendios y Manejo del Fuego, que involucra a las 32 entidades federativas y contempla: la elaboración de programas estatales de protección contra incendios forestales; el equipamiento de brigadas; la operación de equipo aéreo para combate a incendios; la integración de voluntarios para la prevención de incendios; la construcción y mantenimiento de brechas corta-fuego; y la realización de quemadas controladas preventivas. Para

auxiliar en la detección de los incendios forestales se cuenta con: un sistema satelital de detección de puntos de calor operado por la CONABIO; centros de control de incendios; torres de observación; y recorridos terrestres y aéreos.

Estudios para cuantificar y reducir emisiones de carbono en la producción de azúcar

Se realizan estudios para cuantificar el potencial de captura de carbono en la producción de caña de azúcar. Estos estudios son inductores de un cambio hacia tecnologías limpias para modernizar los ingenios azucareros, elevar su eficiencia técnica —especialmente la energética— en el aprovechamiento de la biomasa que genera esta agroindustria, así como lograr una mayor solvencia financiera de las plantas industriales.

Otras actividades relevantes en materia de mitigación

Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática para el Sector Energía

En 2006, el Centro Mario Molina elaboró el documento: "Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática para el Sector Energía", como insumo para la elaboración de una Estrategia Nacional de Acción Climática, coordinada por la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental de la SEMARNAT, dentro de las actividades del Comité Intersecretarial de Cambio Climático.

El estudio parte de las experiencias a nivel internacional en materia de patrones de consumo de energía y reducción de emisiones de GEI, y al mismo tiempo se analiza el panorama nacional del uso de energía y las emisiones de CO₂ asociadas a los procesos de generación y consumo de energía. Se revisan las acciones relacionadas con el cambio climático y el ahorro y consumo que se implementan en el país, tanto como parte de programas oficiales del gobierno federal, como por la iniciativa privada.

Con el sustento anterior se identificaron áreas potenciales para la reducción de emisiones de CO₂,

enfocadas en los sectores de generación de energía y de demanda final; algunas de las cuales se proponen como proyectos específicos, que son ponderados bajo el mismo criterio, estableciendo así curvas de costos de reducción de emisiones.

Presenta una revisión de los mecanismos internacionales para el fomento de proyectos de reducción de emisiones de GEI, y se estima el posible beneficio que traería consigo la implementación de los mismos. Por último, se identifican los obstáculos para la implementación de estos proyectos, que se deberán superar mediante políticas de acción climática.

Las oportunidades para disminuir las emisiones de GEI del sector energía evaluadas son: a) cogeneración en PEMEX, b) cogeneración en la industria nacional, c) incremento de la eficiencia energética en la industria eléctrica, d) incremento de la eficiencia en las líneas de transmisión y distribución, e) incremento en la eficiencia térmica de las termoeléctricas a base de combustóleo, f) suministro eléctrico centralizado a las plataformas petroleras, g) mejora del desempeño energético en las refinerías, h) conversión a gas natural y repotenciación de las termoeléctricas del Pacífico, i) aprovechamiento de energías renovables, j) generación de electricidad a partir de los residuos sólidos municipales, y k) secuestro geológico de CO₂. Adicionalmente se evalúa la mejora de la eficiencia en el Sector Transporte

Escenarios de penetración de tecnologías

El documento plantea tres posibles escenarios de penetración de tecnologías de mitigación de cambio climático, para los sectores eléctrico, petrolero e industrial:

Escenario prospectivo

Considera los proyectos contenidos en las prospectivas energéticas de SENER, así como proyectos adicionales que han sido planteados por los principales actores del sector. Tiene un potencial de reducción de 42 millones de ton de CO₂/año.

Escenario de alta penetración tecnológica

Incluye 120 proyectos, considerando todos los proyectos del escenario prospectivo más propuestas adicionales con base en el potencial de reducción de emisiones que presenta el sector energético, con un potencial de reducción de emisiones de 125 millones de ton de CO₂/año.

Escenario de penetración tecnológica intermedia

Considera a toda la cartera prospectiva más proyectos seleccionados del segundo escenario, con mayor viabilidad de ser ejecutados, tiene un potencial de reducción de emisiones de 97.2 MM ton CO₂/año.

El estudio presenta curvas de costos, que incluyen los proyectos contenidos en las prospectivas energéticas de SENER, así como proyectos adicionales con mayor viabilidad. En este escenario, las opciones con menor costo son el incremento en la eficiencia de las líneas de transmisión y proyectos de la cartera de MDL de PEMEX; en niveles intermedios se encuentran proyectos eólicos y de aprovechamiento de biomasa; y los grandes proyectos hidroeléctricos y los proyectos de secuestro geológico de CO₂ son los que presentan mayores costos.

Fondo Mexicano de Carbono¹⁷

A inicios de septiembre del año en curso, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, el Banco Nacional de Comercio Exterior y el Banco Mundial firmaron un Memorando de Entendimiento que formaliza la cooperación para el diseño del Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR), instrumento que se constituirá como un mecanismo de asistencia técnica y de financiamiento, para promover la identificación y el desarrollo de proyectos de reducción de emisiones y de captura de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) dentro del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto.

¹⁷ Información tomada de: <http://www.semarnat.gob.mx/>. Septiembre de 2006.

El propósito a corto plazo es la creación de un Fideicomiso con participación mayoritariamente privada, al que se incorporarían empresas e instituciones financieras como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial, además de Fondos de Carbono de países compradores.

Por parte del Gobierno Federal participaría BANCOMEXT como Fiduciario, mientras que la SEMARNAT, en su calidad de Presidente Permanente de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC), apoyará en la promoción e identificación de proyectos, en coordinación con las demás dependencias involucradas.

El FOMECA responde a la necesidad de contar con un mecanismo que conjunte los esfuerzos para identificar, promover y desarrollar proyectos de mitigación y captura de GEI en el marco del MDL.

Programa Mexicano del Carbono (PMC)

Creado formalmente por un grupo de expertos mexicanos coordinados por el INE a mediados de 2005. El PMC está integrado por cuatro áreas temáticas: ecosistemas terrestres, ecosistemas acuáticos, atmósfera y dimensión humana. Este programa tiene como misión la coordinación de las actividades científicas relativas a los estudios del ciclo del carbono que se realicen en México, la representación científica de México frente a programas similares en otros países, entre otras actividades importantes.

El PMC reúne a poco más de 125 investigadores de diferentes instituciones de investigación de nuestro país.

Existe gran interés por parte de los gobiernos de Estados Unidos y Canadá de colaborar de manera bilateral y trilateral. En este sentido se han desarrollado una serie de reuniones con ambas partes en las que se han discutido las formas de cooperación científica así como la discusión de intereses comunes que conlleven a formar un programa trinacional.

De igual manera atendiendo su tercer objetivo, crear redes y programas de colaboración relacionados con otros programas internacionales, hay acercamiento con el Global Carbon Project, para estrechar

lazos de cooperación en temas que para ambos grupos son prioritarios, destacando a) patrones y variabilidad del ciclo del carbono a nivel global, b) procesos e interacciones del ciclo del carbono, y c) administración o manejo del carbono.

Para el presente año, el INE está apoyando una serie de actividades que fortalecen el quehacer de este programa, destacan la presentación del mismo a los medios de comunicación, el diseño de una página Web dentro del Portal de Cambio Climático del INE donde estará disponible toda la información generada por este Programa, la realización de un taller sobre metodologías e instrumentación para la investigación sobre carbono en ecosistemas de México, de igual manera se tiene contemplada su traducción al idioma inglés.

Programa voluntario de contabilidad e informe de gases efecto invernadero (Programa GEI México)

El programa inició en agosto de 2004 a través de un convenio de colaboración entre la SEMARNAT, el World Business Council for Sustainable Development (WBCSD) y el World Resources Institute (WRI). Este programa, el primero en su tipo que surge como una alianza pública-privada en un país “no-Anexo I”, facilita la participación directa de empresas, cámaras y asociaciones empresariales.

El programa tiene como finalidad última preparar a los diversos sectores en el tema de cambio climático para proveer de respuestas eficaces a temas emergentes, a través de la asistencia en la elaboración de inventarios corporativos de GEI, identificar oportunidades de reducción, y participar en programas y proyectos de mitigación de emisiones de GEI.

El programa es operado por el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable (CESPEDES) junto con la Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental y la Dirección General Adjunta para Proyectos de Cambio Climático de la SEMARNAT, con la asistencia técnica del WRI y del WBCSD. El programa recibe apoyo financiero de la Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID, por sus siglas en inglés) y el Fondo de Oportu-

nidades Globales (GOF) de la Embajada Británica en México; es asesorado por un grupo de expertos de otras áreas de la SEMARNAT (el INE y la Dirección General de Gestión de la Calidad del Aire y Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes), además de la Confederación de Cámaras Industriales de los Estados Unidos Mexicanos (CONCAMIN).

El programa está organizado en dos fases. Durante la primera, se ofrece apoyo a las empresas participantes en la elaboración y reporte de sus inventarios corporativos de emisiones de GEI, con base en el Protocolo GEI: Estándar Corporativo de Contabilidad y Reporte (edición revisada)» (WRI/WBCSD/SEMARNAT, 2005). Durante la segunda fase se ofrece capacitación para contabilizar, cuantificar y reportar reducciones de emisiones en proyectos de mitigación de GEI siguiendo los lineamientos del Protocolo GEI para Cuantificación de Proyectos» (WRI/WBCSD, 2005).

Hasta agosto de 2006, cuarenta y cinco empresas se habían inscrito al Programa y se encuentran organizadas en tres grupos. El Cuadro V.14 muestra las empresas participantes en el programa de acuerdo con el sector de actividad y al grupo al que pertenecen.

Las emisiones totales de treinta empresas que presentaron sus reportes en 2006 ascienden a 89.2 millones de ton CO_{2eq}. Estas emisiones incluyen emisiones directas (por quema de combustibles en combustión estacionaria y móvil, emisiones derivadas de procesos y emisiones fugitivas), emisiones derivadas de residuos (relacionadas con los sistemas de manejo de residuos en ganado y en el tratamiento de aguas residuales) y emisiones indirectas (por el uso de electricidad comprada).

En agosto de 2006, siete empresas del Programa GEI México se encuentran preparando proyectos de reducción de GEI, los que se traducirán en siete Notas de Ideas de Proyectos (PIN, por sus siglas en inglés). Estos proyectos se encuentran en diferentes fases dentro del ciclo de proyectos del MDL.

Herramientas adaptadas para la estimación de emisiones de gases de efecto invernadero

La SEMARNAT, la USEPA, la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia (FUMEC), y el WRI,

trabajan de manera conjunta en la adaptación de las herramientas de cálculo de GEI para sectores productivos de México. Se ha completado la herramienta para el sector de celulosa y papel, y en un futuro se trabajará con el sector eléctrico.

La herramienta desarrollada para el sector de celulosa y papel fue adoptada por la Cámara Nacional de las Industrias de la Celulosa y el Papel (CNICP) en el taller de presentación que se llevó a cabo en marzo de 2006.

Proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero bajo el Mecanismo para un Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto

Hasta octubre de 2006, la CICC, con base en los dictámenes mensuales del Comité Mexicano para Proyectos de Reducción de Emisiones y Captura de Gases de Efecto de Invernadero (COMEGEI), había expedido 144 Cartas de Aprobación a proyectos mexicanos. Hasta septiembre del presente, veintiún proyectos obtuvieron registro ante la Junta Ejecutiva del MDL del Protocolo de Kioto y, de estos últimos, tres han obtenido sus primeras Reducciones Certificadas de Emisiones.

Los veintiún proyectos MDL registrados colocan a México en tercer lugar mundial por número de proyectos y en quinto por las Reducciones Certificadas de Emisiones (o bonos de carbono) esperadas (Cuadro V. 15).

Iniciativa de Metano a Mercados

En noviembre de 2004 se estableció en Estados Unidos la Asociación Metano a Mercados (M2M); una iniciativa de acción orientada a mejorar el crecimiento económico, incrementar la seguridad energética, mejorar la calidad ambiental y reducir las emisiones globales de metano.

El objetivo de la asociación es la recuperación costo-efectiva y a corto plazo del metano y su uso como fuente de energía limpia. Esto se realiza internacionalmente a través de asociaciones entre países desarrollados, en desarrollo y países con economías en transición; todos en coordinación con el sector priva-

Petróleo y gas	Cerveza	Granjas Porcícolas
• PEMEX (G1)	• Grupo Modelo (G1)	• Grupo Porcícola Mexicano (G1)
Cemento	• Cervecería Cuauhtémoc Moctezuma (G2)	Sector Forestal
• CEMEX México (G1)	Minería	• Forestaciones Operativas (G1)
• Cooperativa La Cruz Azul (G1)	• Industria Minera México (G1)	Sector Transporte
• Cementos Moctezuma (G1)	• Industria Peñoles (G1)	• Red de Transporte Público del Distrito Federal (G1)
• Grupo Cementos de Chihuahua (G1)	• Minera Autlán (G2)	Maquinaria y Equipos
• Holcim Apasco (G1)	Procesamiento de residuos	• Caterpillar de México (G2)
• La Farge (G1)	• Cappy & Asociados (G1)	• S&C Electrics (G2)
Siderúrgica	• SIMEPRODE (G2)	• Industrias John Deere (G2)
• Altos Hornos (G1)	Industria Química	• Johnson Controls (G2)
• De Acero (G1)	• Boehringer Ingelheim (G3)	• Hitachi Global Storage Technologies México (G3)
• Grupo IMSA (G1)	• Colgate Palmolive (G1)	• Cerraduras TESA (G3)
• Mittal Steel Lázaro Cárdenas (G1)	• NHUMO (G1)	Refrigerantes
• SICARTSA (G1)	• AMANCO México (G1)	• Ecofreeze natural refrigerants (G2)
• Siderúrgica Tultitlán (G1)	• ANAJALSA Agroquímicos (G3)	Universidades
• Hierro Recuperado (G3)	Envases de Papel	• Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Guadalajara (G3)
• Instituto de Fundición y Maquinado de Jalisco (G3)	• Tetrapak	
Automotriz	Industria de la construcción	
• Ford de México (G1)	• Urbi Desarrollos Urbanos (G1)	
• Honda de México (G3)	Servicios	
Vidrio	• Sumitomo Corporation de México (G1)	
• VITRO (G2)		
Alimentos		
• Cámara de la Industria Alimenticia de Jalisco (G3)		

Fuente: SEMARNAT, 2006.

do, bancos multilaterales de desarrollo y otras organizaciones no gubernamentales relevantes.

La asociación se dirige a tres principales fuentes de metano: rellenos sanitarios, minas subterráneas de carbono y sistemas de gas natural y petróleo. También considera actividades costo-efectivas para reducir las emisiones del sector agrícola a largo plazo.

En marzo de 2006, la SEMARNAT y la US EPA firmaron un acuerdo para fomentar la recuperación de metano a través de una variedad de proyectos en nuestro país. Bajo esta iniciativa, USAID, US EPA

y SEMARNAT junto con otras instituciones, están trabajando en una serie de proyectos demostrativos a través de la construcción de infraestructura para aprovechar el metano, así como en la estimación de flujos recuperables y asistencia técnica.

Subcomité de petróleo y gas

El pleno del subcomité de petróleo y gas de la Iniciativa en México, llevó a cabo, en abril de 2006, el Taller de Transferencia Tecnológica, para identificar y cuantifi-

CUADRO V.15 PROYECTOS Y ANTEPROYECTOS BAJO EL MDL (10 DE OCTUBRE DE 2006).¹

TIPO DE PROYECTOS	PROYECTOS REGISTRADOS		PROYECTOS EN PROCESO DE REGISTRO CON CARTA DE APROBACIÓN		ANTEPROYECTOS CON CARTAS DE NO OBJECCIÓN	
	NÚM.	REDUCCIONES DE CO ₂ eq (KTON/AÑO)	NÚM.	REDUCCIONES DE CO ₂ eq (KTON/AÑO)	NÚM.	REDUCCIONES DE CO ₂ eq (KTON/AÑO)
Manejo de desechos pecuarios	23	1,544	103	1,932	2	42
Manejo de desechos en rellenos sanitarios	2	372	1	43	5	2,121
Eólicos	1	310	3	1,024	1	413
Hidroeléctricos	1	66	3	116	1	418
Geoterminia					3 ^a	241
Cogeneración y eficiencia energética	1	4	4	344	12 ^b	2,730
Incineración de HFC-23	1	2,155				
Transporte			1	33		
Emisiones fugitivas					4 ^b	4,518
Secuestro de carbono en sistemas forestales					3	277
Total	29	4,451	115	3,492	31	10,760

a = Un proyecto eólico y dos de geoterminia desarrollados por la CFE

b = Siete proyectos de eficiencia energética y cogeneración y tres de emisiones fugitivas desarrollados por PEMEX.

car emisiones fugitivas de metano en sistemas, ductos, compresores, etc. Actualmente se desarrollan cuatro proyectos de reducción de emisiones en instalaciones de PEMEX Gas (Cuadro V.16).

Subcomité de excretas pecuarias

Se instaló el subcomité agrícola, con la participación de la Coordinación General de Ganadería, la US EPA impartió dos talleres técnicos en México, dirigidos a funcionarios de SEMARNAT, SAGARPA y representantes de la Unión Mexicana de Porcicultores, con el objeto de identificar alternativas de aprovechamiento energético en granjas porcícolas a partir de las emisiones de CH₄ generadas por la fermentación anaerobia de las excretas. Complementariamente, se identificaron prácticas

operativas susceptibles de mejorar la productividad y el desempeño ambiental de las granjas. Se encuentra en proceso de redactar un manual de mejores prácticas en manejo de excretas para granjas porcícolas.

Se está desarrollando una primera fase de implementación de seis proyectos piloto para el manejo integral de excretas y aprovechamiento de metano en la Cuenca Lerma-Chapala, en el que se está trabajando con granjas pequeñas y medianas, representativas de los estados de Guanajuato y Michoacán, con alrededor de 100 vientres.

Subcomité de rellenos sanitarios

Se lleva a cabo el Programa piloto: Factibilidad de recuperación y aprovechamiento de biogás en los rellenos sanitarios en la frontera norte.

CUADRO V.16 PROYECTOS DE REDUCCIÓN DE GEI EN INSTALACIONES DE PEMEX¹⁸

PROYECTO	LOCALIDAD	TON DE CO ₂ eq/ AÑO (ESTIMADAS)
Compresores de gas. Reemplazo de sellos	Ciudad Pemex, Tabasco. Planta procesadora.	1,455
Emisiones fugitivas en ductos (válvulas y juntas)	Cárdenas, Tabasco. Centro de operaciones de ductos.	320
Plantas de separación y estabilización Recuperación de vapores	Cunduacan, Tabasco. Iride y Samaria II.	99,600
Methane recovery from nitrogen recovery unit	Nuevo Pemex, Tabasco. Plantas procesadora de gas.	21,000

¹ Información proporcionada por el COMEGEI.

Actividades realizadas por el gobierno del Distrito Federal 2001-2006

Estrategia Local de Acción Climática

La Ciudad de México elaboró su Estrategia Local de Acción Climática (ELAC) y la presentó en julio de 2004, en un evento internacional organizado por el Gobierno de la ciudad en conjunto con ICLEI- Gobiernos locales por la sustentabilidad. El objetivo de la estrategia es el establecimiento de un marco institucional que promueva la mitigación y captura de GEI, mediante la implantación de medidas para el ahorro y uso eficiente de los recursos; la sustitución de combustibles; la regulación y el uso eficiente de equipos; la promoción de combustibles alternos; la utilización de nuevas tecnologías; el aprovechamiento de las energías renovables; y el desarrollo de acciones en el sector forestal para la captura de carbono.

Metrobús

La Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (SMADF), inició en 2002 el desarrollo del

Proyecto de Introducción de Medidas Ambientalmente Amigables en Transporte (PIMAAT), con el propósito de instrumentar políticas y medidas que ayuden a un cambio modal de largo plazo hacia un transporte más eficiente, menos contaminante y con menores emisiones de GEI. Este proyecto contó con recursos de donación por un monto de \$5.8 millones de dólares, provenientes del GEF, gestionados por el gobierno de la Ciudad de México, a través del Banco Mundial.

El Metrobús Insurgentes, con 36 estaciones a lo largo de 19 km, inició operaciones en julio de 2005, como un Corredor Rápido de Transporte (BRT, por sus siglas en inglés). Al cabo de un año ha transportado a 71.1 millones de pasajeros. Al sustituir 380 autobuses y microbuses por 100 autobuses articulados, se logra una mayor eficiencia energética, que genera beneficios económicos al reducir el consumo de combustibles y reduce la emisión anual de contaminantes: a) 9,709 ton de CO; b) 1,108 toneladas de hidrocarburos totales; c) 206 toneladas de óxido de nitrógeno; d) 1.27 toneladas de partículas menores de diez micras; y e) 37,472 ton de CO₂ eq/año.

Esta última ha sido comprometida en el marco del MDL para su venta al Fondo Español de Carbono.

¹⁸ M2M - Actividades en México- avances y resultados. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental de SEMARNAT. 24 de agosto de 2006. http://cambio_climatico.ine.gob.mx/pmc/index.html

Como parte del proyecto se ha desarrollado una metodología para la cuantificación de emisiones, la cual se encuentra bajo revisión del panel de metodologías de la Junta Ejecutiva del MDL.

Relleno sanitario bordo poniente

Se está impulsando el Proyecto de Manejo Integral de la Etapa IV del Relleno Sanitario Bordo Poniente, que incluye: la clausura del sitio y el desarrollo de medidas para la reducción de emisiones de GEI, el cual contempla la captura y combustión del biogás que genera el relleno sanitario. Esto podría reducir hasta en 90% la emisión de GEI, las cuales serán vendidas en el marco del MDL. Se estima que el beneficio ambiental potencial podría consistir en una reducción de al menos 6.6 millones de ton de CO_{2eq} acumulados entre los años 2008 al 2012.

Sistema de administración ambiental

El Sistema de Administración Ambiental fue implantado desde 2001 en el Gobierno de la Ciudad de México, busca el ahorro y uso eficiente de la energía y el agua consumidas en la administración pública del gobierno de la ciudad, impulsa las compras ambientalmente amigables y promueve la separación y reúso de los residuos. En septiembre de 2006 se habían incorporado 30 edificios de 17 dependencias, los cuales han integrado las recomendaciones de este sistema y con lo cual se han alcanzado los beneficios ambientales acumulados siguientes en el periodo mencionado: ahorro de 18,511 m³ de agua, ahorro de 1,361,453 kW-

h de electricidad, equivalentes a 851 toneladas de CO₂ por concepto de medidas de uso eficiente de los equipos y reemplazo de equipos de iluminación.

Norma de calentamiento solar de agua

Dicha norma establece las especificaciones técnicas para el aprovechamiento de la energía solar en el calentamiento de agua en albercas, fosas de clavados, regaderas, lavamanos, usos de cocina, lavanderías y tintorerías, fue publicada el 7 de abril de 2006 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal. Se estima que para el 2012 habrá evitado la emisión de 355,264 toneladas de CO₂.

Actividades internacionales

Para el diseño e implantación del Sistema de Administración Ambiental se contó con el apoyo técnico de la USAID. La misma agencia brindó asistencia para el diseño y seguimiento de la Norma de Calentamiento Solar de Agua.

Por otro lado, el intercambio de experiencias en el marco de las actividades desarrolladas por ICLEI-Gobiernos locales por la sustentabilidad, han sido primordiales para la Ciudad de México, ya que mantuvieron al tanto de las experiencias exitosas llevadas a cabo alrededor del mundo, particularmente con los principales actores que han participado en iniciativas relacionadas con el cambio climático, así como con la eficiencia energética en gobiernos locales, ambos temas prioritarios para la Ciudad de México, tal como se plantea en la ELAC.

VI. Información relevante para el logro del objetivo de la Convención

Investigación

Una de las principales preocupaciones hacia el cumplimiento de los compromisos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) es la generación de información y conocimiento, y la creación de capacidad dentro del territorio nacional en los temas de variabilidad climática y cambio climático.

Potencial de investigación en materia de cambio climático

Con la finalidad de conocer la capacidad nacional de investigación, en 2001 se realizó un diagnóstico de las actividades en materia de cambio climático que realizan las instituciones de investigación y desarrollo tecnológico del país. Como producto del diagnóstico se generó una base de datos de instituciones académicas, centros de investigación y desarrollo tecnológico, enti-

dades productivas y otras organizaciones que realizaban investigación en México sobre el tema de cambio climático y la variabilidad climática. En dicha ocasión se obtuvo información de 332 expertos provenientes de 106 instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, trabajando el tema dentro del territorio nacional. El 62% de los expertos realizaban su labor de investigación en alguna institución ubicada en el Distrito Federal, mientras que el restante 38% estaba distribuido en otros 20 estados de la República Mexicana, pero principalmente en Baja California, Baja California Sur, Chiapas, Estado de México, Morelos, Sonora, Veracruz, y Yucatán; el resto de los estados albergaban a un número reducido de investigadores (1 o 2). El diagnóstico al 2001 también mostró que un grupo de instituciones públicas eran la sede de la mayor parte de los expertos y de los trabajos de investigación; entre ellas se incluían la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR), el Cen-

tro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada (CICESE), el Centro Interdisciplinario de Ciencias Marinas (CICIMAR), el Colegio de Postgraduados (COLPOS), la Universidad Autónoma de Chapingo (UACH), la Universidad Autónoma de Baja California (UABC), y la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT).

En 2005 se actualizó la base de datos con el objetivo de identificar los nuevos esfuerzos de investigación en aspectos ambientales, sociales, económicos, demográficos o de otra índole relacionados con los temas de mitigación de emisiones, vulnerabilidad y adaptación a la variabilidad climática y el cambio climático, y de obtener información de contacto de los expertos en dichas instituciones; la actualización también permitió evaluar la continuidad de los programas de investigación así como la incorporación de nuevos grupos e instituciones a la investigación de dichos temas. De igual manera, en la actualización de 2005 se documentó por primera vez información sobre los programas académicos de posgrado ofrecidos en el país que han establecido líneas de trabajo relevantes a los temas de variabilidad climática o cambio climático.

Como parte de los resultados, se observa un aumento en el número de expertos, instituciones y dependencias trabajando los temas de mitigación de emisiones, cambio climático o variabilidad climática. Así, la base de datos registró información de 446 expertos provenientes de 118 instituciones públicas y privadas, nacionales y extranjeras, trabajando alguno de los temas dentro del territorio nacional (Figura VI.1).

En los últimos cinco años se incrementó de manera sustancial la actividad de investigación en mitigación de emisiones, variabilidad climática y cambio climático. Entre 2001 y 2005 aumentó en 30% el número de expertos o especialistas presentes en territorio nacional que trabajan el tema de cambio climático, mientras que el número de instituciones en donde se desarrollan estos trabajos aumentó en 20% y el número de dependencias o departamentos que, al interior de estas instituciones llevan el tema, también aumentó en casi 40%.

Los temas abordados en los proyectos de investigación mejoran en su especificidad hacia los aspectos

del cambio climático y variabilidad climática (Figura VI.2); al año 2005 las instituciones y especialistas ahondan en la vulnerabilidad ante el cambio climático, se intensificó el estudio y observación del fenómeno, incluyendo estudios sobre El Niño, el ciclo del carbono y la vulnerabilidad en algunos estados; se consideran en mayor medida los aspectos sociales y económicos asociados al fenómeno y se estudian los posibles riesgos generados por la variabilidad climática. Se evaluaron también de manera más completa las emisiones del país y se llegó incluso a la estimación y análisis de GEI por sectores o actividades económicas, entre ellas, generación de energía, petróleo y gas, pulpa y papel, transporte y desechos. Los temas de la política internacional y nacional así como aspectos urbanos y de salud pública en torno al cambio climático aparecen en escena como áreas de investigación.

Se incluyó por primera vez una relación de los 74 programas de posgrado (maestrías y doctorados) disponibles en el país con temas de investigación en materia de cambio climático.

La elaboración del diagnóstico sobre el potencial de investigación, la actualización del inventario y la base de datos de instituciones, investigadores y temas, ayudan a conocer la distribución geográfica de la capacidad de investigación; identificar los temas estudiados por cada grupo, dependencia e institución; documentar las fuentes de financiamiento existentes a las que se han tenido acceso; evaluar el potencial de investigación y sus limitaciones en el país; identificar los temas no abordados por los proyectos realizados a la fecha; y definir las prioridades de investigación para los siguientes años. De manera general, la investigación realizada a la fecha ha permitido mejorar la comprensión sobre el fenómeno de la variabilidad climática y el cambio climático, pronosticar sus posibles impactos en el país, evaluar la vulnerabilidad de algunas regiones y sectores económicos, así como hacer uso de dicha información para apoyar el desarrollo hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática.

El Centro de Ciencias de la Atmósfera (CCA) de la UNAM ha sido particularmente activo en la investigación del cambio climático. Los siguientes son algunos de los proyectos de investigación que han realizado o

FIGURA VI.1 POTENCIAL DE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO, 2005.

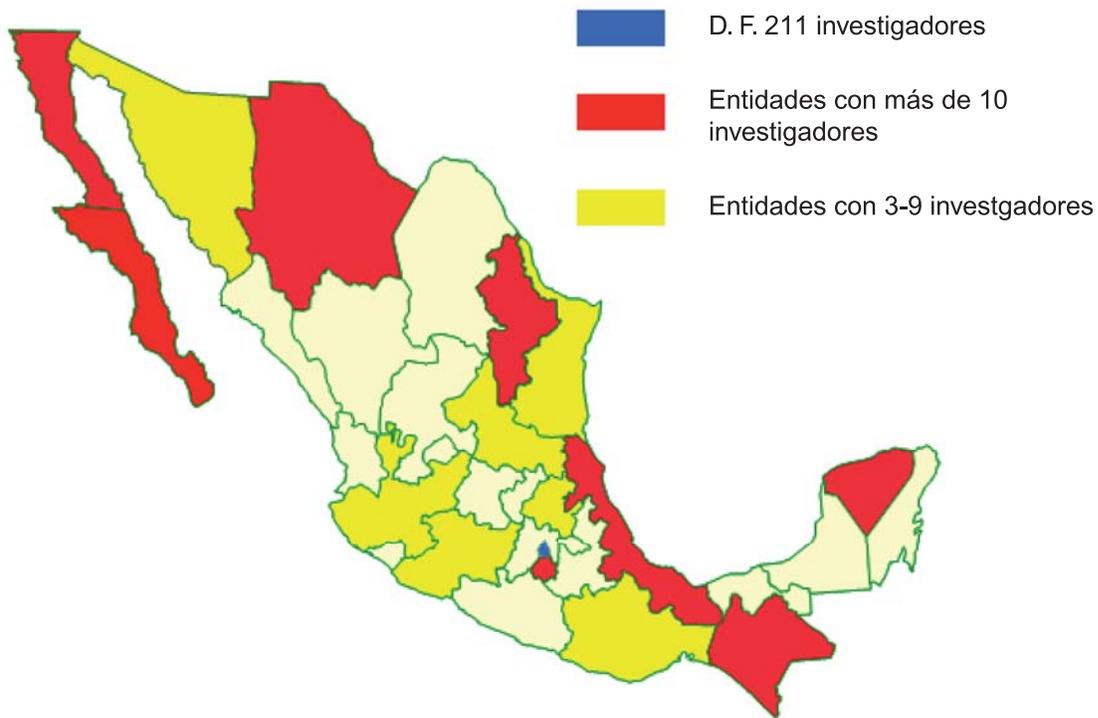
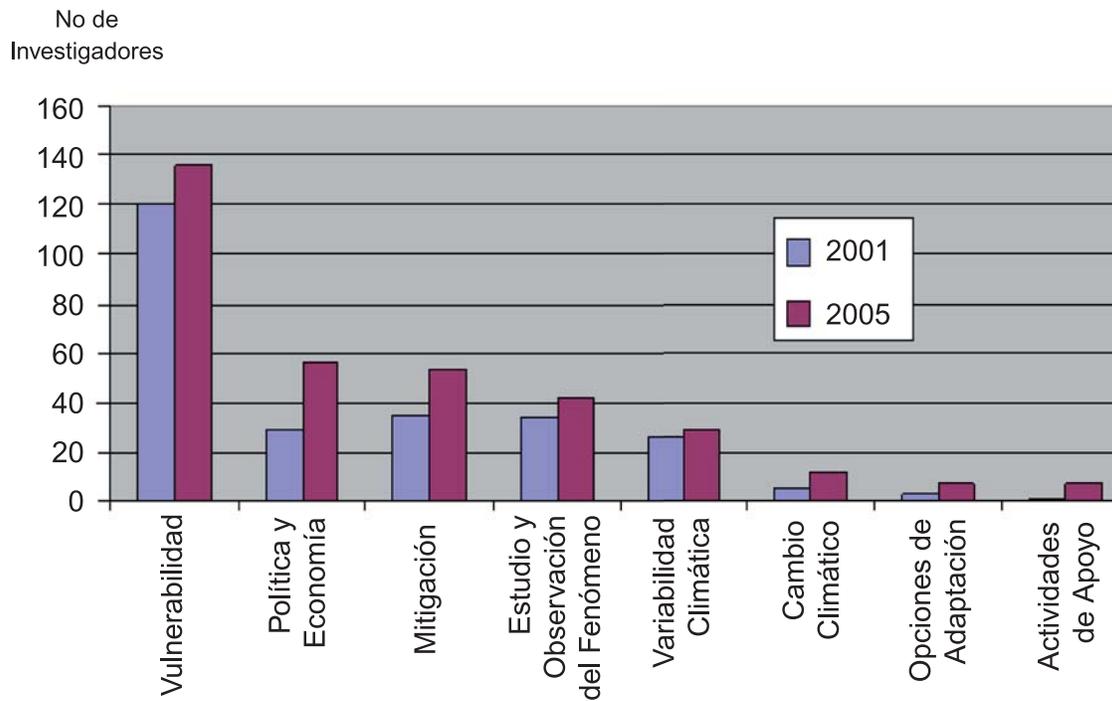


FIGURA VI.2 TENDENCIAS EN EL NÚMERO DE INVESTIGADORES POR TEMA DE INVESTIGACIÓN.



en los que ha participado recientemente, indicando su fuente de financiamiento:

- *Evaluación Integrada de la Vulnerabilidad Social y Adaptación a la Variabilidad y Cambio Climáticos entre los Productores en México y Argentina*. Financiado por Assessment of Impacts and Adaptation to Climate Change in Multiple Regions and Sectors (AIACC), Global System for Analysis, Research and Training (START), the Third World Academy of Sciences (TWAS) y UNEP.
- *Tropical Cyclones: Current Characteristics and Potential Changes under a Warmer Climate*, IAI.
- *Evaluación del Programa del Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climatológicas (FAPRACC)*, SAGARPA.
- *Variabilidad Climática en México: Diagnósticos y Mecanismos de Adaptación por Sector*. CONACYT-SEMARNAT.
- *Disponibilidad del Agua Superficial y Vulnerabilidad de las Cuencas Hidrológicas Lerma-Santiago-Pacífico y Balsas ante el Cambio Climático*. CONACYT- SEMARNAT.
- *Evaluación de Modelos y Construcción de Capacidades para la Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático*, IAI.
- *Comportamiento del Fuego y Evaluación de Riesgos a Incendios en Áreas Forestales de México: Un Estudio en el Volcán La Malinche*, CONACYT.

Prioridades de investigación

Como parte del esfuerzo nacional para promover, apoyar y desarrollar los programas y las actividades de investigación en materia de cambio climático, se realizó el Seminario sobre Prioridades de Investigación en Cambio Climático, organizado de manera conjunta por el INE y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), al que asistieron cerca de 70 investigadores, académicos y funcionarios de gobierno. Se abordaron y discutieron temas relevantes para mejorar la comprensión de las causas, los efectos, la magnitud y la distribución cronológica del cambio climático, y los

aspectos económicos, sociales, sectoriales y de política nacional e internacional.

Los temas que se discutieron por mesa de trabajo fueron:

- Observación del fenómeno, información y bases científicas.
- Modelos y escenarios regionales y locales.
- Alternativas de mitigación, vulnerabilidad, impactos, riesgos y adaptación.
- Aspectos socioeconómicos y regionales.
- Cuestiones sectoriales.
- Políticas nacionales e internacionales.

En el Capítulo VII se pueden consultar las conclusiones del Seminario.

Fondo Sectorial de Investigación Ambiental

En 1999 se promulgó la Ley de Fomento a la Ciencia y la Tecnología. Entre sus muchas modificaciones, esta Ley proponía, en el Artículo 17, un mecanismo de vinculación entre la investigación científica y la innovación tecnológica y los diferentes sectores gubernamentales: los Fondos Sectoriales y los Fondos Mixtos. Esta Ley se vio sucedida por la Ley de Ciencia y Tecnología, en la que se ajusta la reglamentación de ambos fondos.

En estos fondos se introducen varias innovaciones. La primera, y quizá la más relevante de ellas, es que el financiamiento con el que se cuenta está destinado exclusivamente a atender las necesidades de conocimiento nuevo que los sectores, en el caso de los Fondos Sectoriales, y los gobiernos de los estados, en el caso de los Mixtos, han identificado como prioritarios. Sin menoscabo de la investigación básica, que cuenta con su propio fondo (Fondo Sectorial de Educación Pública), la inversión en estos dos tipos de estructura se hace específicamente en temas que por algún motivo son prioritarios para el país y que han sido identificados por los responsables de diseñar e implementar políticas públicas en diferentes áreas. Una segunda novedad en esta nueva estructura es que el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) ya

no es la única dependencia gubernamental de la cual provienen los fondos para la investigación científica y para la innovación tecnológica. Por el contrario, la Ley establece que las Secretarías, en el caso de los Fondos Sectoriales, y los gobiernos estatales en el caso de los Mixtos, deben hacer aportaciones previamente presupuestadas y etiquetadas específicamente para estos fines. El CONACYT, por su parte, debe hacer aportaciones equivalentes a las de sus contrapartes.

El objetivo esencial de los Fondos Sectoriales es apoyar proyectos que respondan a los requerimientos del sector en la generación de investigación científica y tecnológica que genere conocimiento de frontera para el sector, resuelva problemas concretos, atienda necesidades específicas y permita el aprovechamiento de oportunidades a través del conocimiento generado. Igualmente, pretende apoyar proyectos de innovación y desarrollo tecnológico que ofrezcan soluciones tecnológicas integrales y promuevan el desarrollo sustentable.

Los temas prioritarios identificados por la SEMARNAT para el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental se resumen en el Cuadro VI.1.

Uno de los efectos del Fondo Sectorial de Investigación Ambiental es que coadyuva a la descentralización y al financiamiento equitativo. La respuesta a las convocatorias emitidas ha sido, desde un principio, nacional. En la primera convocatoria —que correspondió también a la primera de todos los Fondos Sectoriales— sólo hubo dos estados que no sometieron propuestas. Posteriormente, en 2004 el estado con el mayor número de proyectos presentados fue Baja California Sur, donde se concentraron diecisiete proyectos, equivalentes a 15.9% del total. Le siguieron el Distrito Federal, con quince proyectos (14%), el Estado de México con ocho proyectos (7.5%) y San Luis Potosí, también con ocho proyectos (7.5%).

Las ventajas de participar en el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental se pueden resumir de la siguiente manera:

1. Ventajas inmediatas

- Impulso a la aplicación del conocimiento científico.

- Impulso a la producción de conocimiento orientado a la resolución de problemas concretos.
- Evaluación imparcial por expertos reconocidos.
- Cero discrecionalidad y 100% de transparencia en la evaluación.

2. Ventajas a mediano y largo plazo

- Impulsa la investigación científica y la innovación tecnológica de México.
- Impulsa la incorporación del conocimiento científico en todos los ámbitos donde se toman decisiones de política pública.
- Fortalecimiento de la transparencia y la rendición de cuentas en la asignación de recursos públicos.

Incentivos a la Investigación

Gracias a una serie de premios otorgados a personas y proyectos mexicanos se ha motivado la investigación sobre cambio climático en el país. Entre los premios otorgados se incluyen los siguientes:

- Premio Nacional de Ahorro de Energía Eléctrica, que tiene como objetivo estimular a las empresas e instituciones por sus esfuerzos en el campo del uso eficiente y racional de la energía eléctrica; la entrega del premio la realizan la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).
- Premio Nacional de Ahorro de Energía en la Administración Pública Federal, cuyo objetivo es reconocer a las dependencias y entidades por sus esfuerzos y logros en ahorro y uso eficiente de la energía en inmuebles; se otorga a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).
- Premios Nacionales de Ahorro de Energía Térmica, Ahorro de Energía en el Transporte y Energía Renovable, instituidos por la SENER a través de la CONAE, como un reconocimiento público a las personas, instituciones, organismos y empresas por sus esfuerzos y logros alcanzados en el campo del ahorro y uso eficiente de la energía y la promoción de las energías renovables.

CONVOCATORIA	TEMAS
2002 Recursos: \$220 millones de pesos Número de proyectos financiados: 202	1. Ordenamiento ecológico y conservación de ecosistemas 2. Contaminación y degradación ambiental 3. Política y economía ambiental 4. Impacto ambiental 5. Comunicación y educación ambiental 6. Campos de frontera y tecnologías de vanguardia
2004 Recursos: \$57.5 millones de pesos Número de proyectos financiados: 105	1. Conservación de especies y ecosistemas, manejo sustentable y ordenamiento 2. Contaminación del aire 3. Cambio climático 4. Residuos y suelos contaminados 5. Economía y medio ambiente
2006 (en proceso al cierre de la edición de este libro) Recursos: aproximadamente \$50 millones de pesos	1. Vulnerabilidad socioambiental al cambio global

- Premio “International Star of Energy Efficiency Award”. En 2006, el FIDE obtuvo el galardón “International Star of Energy Efficiency Award”, otorgado por el organismo privado Alliance to Save Energy, en reconocimiento a su labor en la promoción del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica. El premio es resultado del esfuerzo conjunto que realizan las instituciones públicas y privadas del sector eléctrico mexicano, principalmente la SENER, la CFE, Luz y Fuerza del Centro (LyFC) y el SUTERM, entre otros. Esta fue la primera ocasión en que el premio se otorga a un organismo no estadounidense.
- Premio Ashden a la Energía Sustentable (*Ashden Awards for Sustainable Energy*), otorgado en la categoría de Salud y Bienestar al doctor Omar Masería y su equipo de colaboradores del Laboratorio de Bioenergía del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco-UNAM) junto con el Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Aplicada, A.C. (GIRA), por el desarrollo de la *Estufa Patsari*,

una estufa eficiente de leña adaptada localmente que permite reducir en 60% el uso de leña y disminuir en 70% la contaminación del aire en el interior de las casas. Desde 2000, se han instalado 3,500 estufas en las áreas rurales de México, beneficiando a un total de 17,500 personas, lo que permite ahorrar aproximadamente 8,000 toneladas de leña evitando la emisión de 9,800 toneladas de CO_{2eq} a la atmósfera.

- Premio a la Protección del Clima (*Climate Protection Award*) – entregado en 2004 al Instituto Nacional de Ecología (INE), por parte de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América (US EPA). El premio se otorgó por su labor y liderazgo en la protección del clima.

Proyecto MILAGRO

En décadas recientes, la contaminación del aire se ha convertido en uno de los principales problemas de las megaciudades, teniendo serios impactos en la salud

de la población, además de disminuir la visibilidad a nivel urbano y regional, y de tener el potencial de contribuir significativamente al cambio climático.

MILAGRO (Megacity Initiative: Local and Global Research Observations) es el primer esfuerzo internacional para estudiar el impacto de las actividades socioeconómicas de una megaciudad sobre la calidad del aire y el clima, utilizando a la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) como caso de estudio. Más de 150 instituciones de México, Estados Unidos de América (EUA) y Europa, y más de 450 investigadores y técnicos de 30 nacionalidades diferentes participaron en la campaña, organizados en cuatro componentes: MCMA-2006, MAX-Mex, MIRAGE-Mex e INTEX-B (Figura VI.3).

En marzo de 2006, se llevó a cabo la fase inicial de la campaña, que tuvo como objetivo realizar mediciones de los contaminantes emitidos por la ZMVM, lo cual incluyó seis aeronaves con base en Veracruz y Houston, Texas; tres supersitios principales y unidades móviles dentro y alrededor de la ZMVM; laboratorios móviles; observaciones satelitales; y actividades educativas.

Entre los estudios del proyecto se encuentran las emisiones de GEI. En este sentido se midieron flujos de CO₂ dentro de la ciudad mediante técnicas de micrometeorología, lo que da una medida directa de las emisiones de CO₂ generadas por un área urbana de 2 km². Los resultados del proyecto ayudarán a sentar las bases para la formulación de políticas públicas efectivas, relacionadas con temas como transporte, energía y salud pública.

Un video de ocho minutos sobre el proyecto está disponible en <http://www.mce2.org/trailer.html>.

Generación de energía eléctrica mediante gasificación de residuos biomásicos en la UNAM

El Instituto de Ingeniería de la UNAM ha estudiado el fenómeno de gasificación desde hace seis años, con objeto de desarrollar e implementar un sistema de gasificación que utilice los residuos de la biomasa generados en Ciudad Universitaria (ramas, hojas, pasto,

basura orgánica seleccionada y árboles muertos, entre otros), para la generación de energía eléctrica que pueda ser utilizada en algunas vialidades de la UNAM. La instalación de gasificación es, por el momento, la única en el país donde se puede estudiar con esta técnica el aprovechamiento de residuos forestales, agrícolas y municipales. Este estudio sirve para desarrollar normas y políticas de utilización de bioenergéticos, así como para planear la recuperación y disposición de residuos. En él también participan estudiantes de la Facultad de Ciencias de la UNAM y de la Universidad Pública de Navarra, España.

Agua y energía en la Ciudad de México

En la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) se consumen alrededor de 66 m³/s de agua, de los cuales 60% se destina al consumo de la población y 40% a los sectores industrial, comercial y de servicios. Se estima que casi 12.4 m³/s se pierden por fugas, de los cuales 7.4 m³/s se pierden en las tomas domiciliarias y 5 m³/s en la red primaria. Para cubrir la demanda de agua de la ZMCM se recurre a fuentes externas e internas. Las fuentes externas se integran por los sistemas Cutzamala y Lerma además de las contribuciones del Risco (Caldera). El suministro agregado de las fuentes externas representa el 46% del caudal bruto. Por su parte, las principales fuentes internas son los pozos ubicados en el Distrito Federal y en muy pequeña proporción, diversos manantiales y el río Magdalena. De manera gruesa, ambas fuentes aportan aproximadamente 54% del caudal (UCM, 2004).

El consumo anual de energía eléctrica que se destina al suministro y disposición final del agua es de 1,660 millones de kW-h, que deriva en la emisión de 1.04 millones de toneladas de CO₂, semejante a lo que producirían aproximadamente 52,000 vehículos automotores de servicio público (taxis).

Se estima que mediante la aplicación de medidas como la corrección del factor de potencia, armonización de las cargas, instrumentación de productos ahorradores (nuevas tecnologías) y la administración eficiente de la demanda eléctrica, se podrían lograr ahorros equivalentes a 11% del consumo actual de

FIGURA VI. 3 COBERTURA GEOGRAFICA DEL PROYECTO MILAGRO (MAPA).



electricidad en el suministro y disposición final del agua de la ZMCM o aproximadamente 82 millones de kW-h por año, que de lograrse, implicaría una reducción anual en las emisiones de más de 51,000 toneladas de CO₂, similar a sacar de la circulación por un año a 2,500 taxis.

Otra área importante de oportunidad es aprovechar la energía potencial de ciertas caídas de agua que ingresan al caudal de la ZMCM, por ejemplo en la zona de Huixquilucan próxima al Distrito Federal, que podrían hipotéticamente proporcionar una capacidad instalada de 10 MW, con un potencial de generación “limpia” de energía eléctrica de 70 millones de kW-h por año, que reduciría las emisiones en 46,000 toneladas de CO₂ (2,300 taxis menos).

Comunicación y difusión

México ha incrementado el número de acciones para dar a conocer a la población del país las implicaciones del cambio climático.

Portal de Cambio Climático

Durante 2005, se preparó y puso en operación un portal en Internet con el objetivo de ofrecer al público en general un medio para conocer información sobre el cambio climático.

El portal contiene seis secciones principales que brindan información enfocada al público en general, personal de gobierno, investigadores, organizaciones

FIGURA VI. 4 PORTAL DE CAMBIO CLIMÁTICO



no gubernamentales, empresarios y medios de comunicación. El portal incluye una sección de preguntas más frecuentes, un glosario de los principales términos empleados sobre el tema del cambio climático, así como acceso directo a los textos de la CMNUCC y su Protocolo de Kioto, al Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de México, a las comunicaciones nacionales, al Programa Mexicano del Carbono y a publicaciones generadas en el país en torno al tema. El portal contiene información en idioma español e incluye resúmenes en inglés de algunas secciones.

Todos los días, en el portal se publican noticias nacionales e internacionales relativas al cambio climático, con alimentación directa de expertos del INE y de Earthwire, un servicio gratuito de noticias administrado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA).

El portal fue lanzado en el marco de la undécima Conferencia de las Partes celebrada en Montreal (COP11/MOP1) en diciembre de 2005. El INE mantuvo un espacio de exhibición en donde se presentó de manera continua un video sobre cambio climático y el portal. También se distribuyeron folletos con información del mismo.

El portal se ha difundido mediante la distribución de folletos en foros, seminarios y presentaciones de proyectos dentro de la República Mexicana. La información del folleto fue escrita en un lenguaje simple, claro y directo, de tal manera que permita a la ciudadanía una mejor comprensión; este folleto fue revisado y avalado por el Programa de Lenguaje Ciudadano de la Secretaría de la Función Pública (SFP). Igualmente, el folleto se publicó en forma electrónica en el portal de cambio climático.

El INE mantiene un acceso directo desde su página principal y es posible localizar el portal mediante una búsqueda con la frase “cambio climático en México”. La dirección del portal es http://cambio_climatico.ine.gob.mx/. Hasta mayo de 2006 recibió más de 100,000 visitas.

Portal de Ecoetiquetado para Automóviles

El INE desarrolló el Portal de Ecoetiquetado para Automóviles como un sitio en Internet con el objetivo de apoyar a los consumidores en su decisión al momento de adquirir un vehículo nuevo. En el portal se encuentra información detallada sobre las características para cada vehículo, e incluye:

- El rendimiento del vehículo con respecto al promedio de su misma clase y al promedio general.

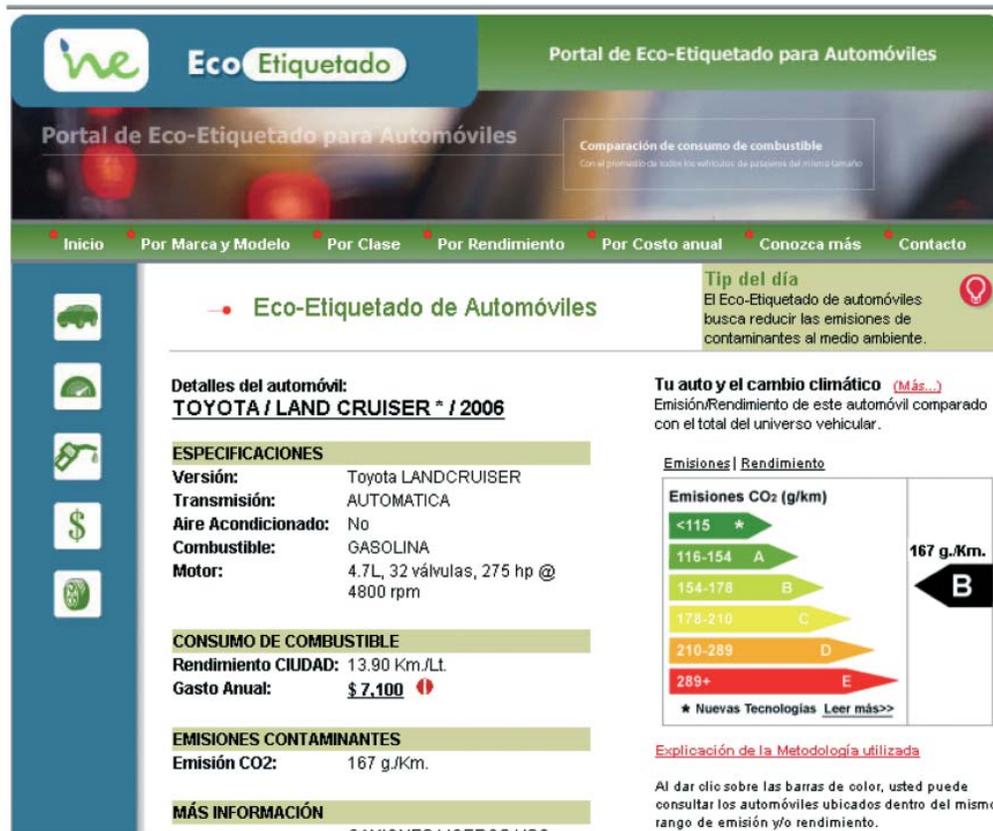
- Las emisiones de CO₂.
- El gasto estimado anual en consumo de gasolina.

También se encuentran ligas a sitios ambientales y a publicaciones de interés con temas relativos al cambio climático, movilidad sustentable y otros. El sitio está disponible al público en general en la dirección http://www.ine.gob.mx/dgipea/eeco_vehiculos/.

Guía Uso Eficiente de la Energía en la Vivienda

La Guía es parte de los esfuerzos enmarcados en un convenio celebrado por la Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda (CONAFOVI), órgano desconcentrado de la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) para el desarrollo de viviendas

FIGURA VI. 5 PORTAL DE ECOETIQUETADO PARA AUTOMÓVILES EN MÉXICO.



sustentables. La Guía fue coordinada por CONAFOVI y en su elaboración participaron la SEMARNAT, los organismos nacionales de vivienda (Fondo para la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado; Fideicomiso Fondo de Habitaciones Populares; Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores; Sociedad Hipotecaria Federal), la CFE, LyFC, el FIDE, el INE, el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación (AEAE).

La CONAFOVI tiene la responsabilidad de diseñar, promover, dirigir y coordinar la política nacional de vivienda, a fin de garantizar el acceso a una vivienda digna a las familias mexicanas y a contribuir al desarrollo social y económico del país. Como parte de este esfuerzo, se creó el Consejo Nacional de Vivienda (CONAVI) que es un mecanismo de concertación ciudadano y de trabajo en equipo para la toma de decisiones en materia de vivienda. En el CONAVI participan todos los involucrados en el sector habitacional, organizaciones sociales, especialistas, académicos y profesionales en la materia. El CONAVI funciona como un foro de consulta y asesoría permanente del gobierno mexicano en materia de vivienda, dentro del cual se analizan la problemática del sector, sus posibles soluciones, así como los objetivos y estrategias del Programa Sectorial de Vivienda, y adecuaciones para el mejor funcionamiento del sector.

En este contexto, se elaboró la “Guía: Uso eficiente de la energía en la vivienda”, con el afán de promover criterios y lineamientos generales para que la construcción y operación de la vivienda utilicen en forma más eficiente la energía eléctrica (http://www.conafovi.gob.mx/publicaciones/guía_energía.pdf).

Cuento para niños

El INE, con el apoyo de la Secretaría de Educación Pública (SEP), y con fondos del GEF, a través del PNUD, elaboró un cuento para niños de primaria enfocado a difundir el tema del cambio climático, que será distribuido en todo el país. El cuento narra las vivencias de un grupo de niños quienes en su intento por ganar

el concurso escolar sobre cambio climático, conocen por primera vez el tema. Aborda los conceptos principales del cambio climático, incluidas las causas del fenómeno, sus posibles impactos, la mitigación, la vulnerabilidad y las acciones emprendidas en México y en el mundo para solventar el problema. El cuento contiene recuadros con imágenes e información adicional que permite a los profesores ahondar con más detalle en el tema. En su última sección, se brinda un glosario de términos así como datos adicionales sobre el cambio climático en México y un listado de páginas en Internet que pueden ser consultadas por niños y jóvenes.

Un total de 5,000 ejemplares serán impresos para su distribución. Con ello, se busca fomentar el interés en el tema de cambio climático entre niños de 10 a 12 años de edad.

Foros y seminarios

Una práctica común en México es presentar al público y a los tomadores de decisiones los resultados de los proyectos de investigación, los avances en el conocimiento y las políticas nacionales e internacionales sobre cambio climático. En el país se ha realizado por lo menos un foro o seminario público cada mes durante los últimos cinco años, organizado por el INE, la SENER, la SEMARNAT y otras instancias de gobierno, académicas y no gubernamentales. Estas actividades se han intensificado en los últimos 3 años, lo que da muestra del interés que ha cobrado el tema entre los diferentes sectores de la sociedad. Entre los más recientes se encuentran:

- i) Seminario sobre Prioridades de Investigación en Cambio Climático, organizado por el INE y la UAM.
- ii) Consulta sobre el proyecto de investigación e influencia en políticas forestales de América Latina, subregión México, con una mesa de trabajo sobre cambio climático, organizado por la Cámara de Senadores del Poder Legislativo.
- iii) Foro público sobre vulnerabilidad de México frente al cambio climático, organizado por Greenpeace.

- iv) Consulta pública del documento base de la Estrategia Nacional de Acción Climática, organizado por la SEMARNAT y el Centro Mario Molina.
- v) Foros de Predicción Climática en México, organizados por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) en distintos estados de la República Mexicana.

Prensa y medios de comunicación

La difusión de información sobre el fenómeno del cambio climático está sujeta, entre otras variables, a la comprensión que los medios de comunicación tengan sobre la importancia del tema y la necesidad de mantener informada a la población. Estos representan un medio masivo para brindar al público acceso a información sobre el cambio climático y sus efectos.

Recientemente, con el objeto de examinar algunas características del periodismo ambiental y el papel que desempeñan los periodistas en la construcción de una sociedad informada y participativa, se desarrolló el Curso de Periodismo Ambiental, organizado por la Universidad Iberoamericana, la UNAM y el PNUMA. El curso se dirigió a periodistas, jefes de redacción, comunicadores y profesionales que se desempeñan en el campo de la comunicación medioambiental. Uno de los temas tratados fue el cambio climático y el Protocolo de Kioto.

Cada vez con mayor frecuencia los medios impresos y electrónicos, incluyendo radio, televisión, periódicos y revistas difunden notas relacionadas con alguna vertiente del cambio climático, situación que se acentúa ante la presencia en el país y en el mundo de fenómenos hidrometeorológicos extremos.

Publicaciones

En los últimos cinco años, se han publicado numerosos libros, artículos y capítulos en donde se abordan asuntos relacionados con el cambio climático en México. Los temas se han diversificado para dar paso a publicaciones más especializadas y con atención a un mayor rango de tópicos. Los cuadros VI.2 y VI.3 enlistan algunas de las publicaciones realizadas en el país.

Fortalecimiento de capacidades y transferencia de tecnología

Parte importante en el fortalecimiento de la capacidad nacional para analizar y enfrentar el cambio climático ha sido el crecimiento en número y la capacitación de personal en las secretarías de estado que integran la CICC, así como en las Organizaciones No Gubernamentales y en los sectores académico y privado.

Existen numerosos esfuerzos realizados de manera conjunta e individual que se traducen en una mayor actividad nacional e internacional en torno al cambio climático, por ejemplo, el incremento del potencial de investigación, la participación de México en foros y negociaciones internacionales y la existencia de una serie de arreglos institucionales para abordar el tema.

Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación, A.C.

La Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C. (AEAE), trabaja en colaboración con organismos públicos y empresas privadas establecidas en México para fomentar la eficiencia energética en la edificación.

La AEAE fue creada en octubre del 2002 por empresas líderes en el segmento del aislamiento térmico, e invitaron a unirse como socio fundador a la CONAE, como organismo del sector público.

Al mes de agosto de 2006, la AEAE contaba con un total de 23 socios, de los cuales 15 son industriales, dos desarrolladores de vivienda, tres asociaciones, un consultor y dos organismos gubernamentales.

Los objetivos de la AEAE son:

- Desarrollar el mercado para las envolventes de la edificación en México.
- Promover la eficiencia energética en la edificación.
- Fomentar la cultura del ahorro de energía.
- Desarrollar el confort en las edificaciones con un menor consumo de energía eléctrica, de gas y de otros combustibles.
- Lograr la reducción de las emisiones de GEI.

CUADRO VI.2 ALGUNAS PUBLICACIONES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO.

TÍTULO	INSTITUCIÓN	IDIOMA	DISPONIBILIDAD
Mexico's Advances With Regard to Climate Change 2001-2002.	INE	Inglés	Internet (PDF)
Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002.	INE	Español	Internet (PDF) Venta en línea
Cambio climático. Una visión desde México.	INE	Español	Internet (PDF) Venta en línea
Captura de carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán.	INE	Español	Internet (PDF)
Desarrollo forestal sustentable: captura de carbono en las zonas Tzeltal y Tojolabal del Estado de Chiapas.	INE	Español	Internet (PDF)
Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática en el Sector Energía.	CMM-SEMARNAT	Español	Internet (PDF)
Carbono en ecosistemas acuáticos de México.	INE-CICESE	Español	Internet (PDF)
Dimensiones psicosociales del cambio climático.	INE	Español	Internet (PDF)
Contribución al estudio de los servicios ambientales.		Español	Internet (PDF)
Evaluación del potencial de captura de carbono en comunidades indígenas del estado de Oaxaca.	SAO, A.C.-CONAFOR	Español	
La bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable.	CONAFOR	Español	Venta en línea (MundiPrensa)
Forestry for Mitigating the Greenhouse Effect.	ECOSUR	Inglés	
Escenarios climatológicos de la República Mexicana ante el Cambio Climático.	CONAZA	Español	
A propósito de Katrina y Stan: ¿desastres naturales o cambio climático?	Boletín 117 Editorial de El Colegio de México	Español	Internet (PDF)
Guía de uso eficiente de la energía en la vivienda.	CONAFOVI	Español	Internet (PDF)

Sistema del Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero

Para facilitar la integración del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, se desarrolló un sistema a través de un portal de Internet que permite el manejo de información requerida para la creación e integración del mismo en una base de datos institucional. Con ello se busca facilitar la integración del inventario en un solo sistema al que accedan los investigadores que participan en su desarrollo y captura, así como la revisión del mismo por parte de las diferentes dependencias y el público en general. El sistema permite realizar consultas en la misma página y tiene capacidad de mostrar los resultados finales por sector, año o tipo de gas, dependiendo de las necesida-

des de información del usuario. La información puesta de esta forma, facilitará su explotación por parte de los investigadores para la realización de estudios específicos y por los tomadores de decisión o instituciones gubernamentales para el desarrollo de indicadores.

Sistema Nacional de Emisiones

Los inventarios de emisiones tanto de GEI como de contaminantes urbanos permiten identificar los sectores que se constituyen como los principales emisores de contaminantes. Con lo anterior, es posible tomar decisiones encaminadas a la aplicación de planes o programas de prevención y control de la contaminación del aire para prevenir y evitar los efectos en la población y que al mismo tiempo promuevan la

Cambio climático. Una visión desde México

Reúne los trabajos de un grupo de especialistas de diversas disciplinas que aportan y comparten sus conocimientos y experiencias sobre los aspectos científicos, sociales, económicos e institucionales del cambio climático, con énfasis en su relevancia para México.

Carbono en ecosistemas acuáticos de México

El INE y el CICESE coordinan la elaboración de un libro que informe sobre el estado del conocimiento del carbono en ecosistemas acuáticos (lagos, ríos, lagunas, estuarios, aguas costeras y el medio oceánico) y presentar las propuestas de lo que faltaría por hacer en nuestro país.

Contribución al estudio de los servicios ambientales

Editado por Benavides Solorio *et al.*, (2005), donde participan además 29 investigadores; se destacan los estudios paleoclimáticos, el análisis económico del servicio ambiental hidrológico, e indicadores para la evaluación del ambiente, con especial énfasis en los recursos naturales y la sustentabilidad y otros temas muy específicos, tales como índices de calidad del agua en el lago de Chapala, Jalisco, el uso de sumideros de carbono como un alternativa para el cobro de los servicios ambientales, la contribución de los vertebrados terrestres en los ecosistemas que soportan los servicios ambientales de la Reserva Especial de la Biosfera “Mariposa Monarca”.

Dimensiones psicosociales del cambio climático

El INE y la Facultad de Psicología de la UNAM analizan el impacto del cambio climático en el aspecto anímico y emocional del individuo, y su cambio de actitud ante la naturaleza derivado de los impactos físicos del clima, cuyos efectos no son solamente físicos, sino también psicológicos, siendo éste un aspecto poco estudiado por los investigadores dedicados al cambio global en general.

FIGURA VI. 6 SISTEMA DEL INVENTARIO DE EMISIONES DE GEI.



aplicación de tecnologías disponibles para mitigar las emisiones de GEI.

El sistema informa sobre los resultados generados por el Inventario Nacional de Emisiones de México (INEM), el Registro de Emisiones y Transferencia de Contaminantes (RETC), los inventarios desarrollados para los PROAIRES y el INEGEI.

Los beneficios esperados son el incremento en la eficiencia administrativa de los recursos financieros y humanos relacionados con el desarrollo de inventarios de emisiones, la mejora en la capacidad para intercambiar información y experiencias relacionadas con el uso de metodologías y factores de emisión así como la institucionalización del proceso de desarrollo de los inventarios.

Observación sistemática

Infraestructura de observación del Servicio Meteorológico Nacional

La observación sistemática del clima en México se realiza principalmente a través de la Red Nacional de Radares Meteorológicos, integrada por doce radares que dan cobertura al 70% del territorio nacional para la medición y seguimiento de fenómenos atmosféricos y mediante 94 estaciones meteorológicas automáticas del SMN repartidas en todo el país. También trabaja conjuntamente con el sistema de radares de la Administración Nacional de Océanos y Atmósfera (NOAA) de EUA y la adquisición de imágenes de satélite. Las imágenes y productos generados están disponibles al público en el sitio de Internet del SMN (<http://smn.cna.gob.mx/>).

Entre 1970 y 2005, un total de 58 huracanes golpearon las costas de México, de los cuales 16 fueron categoría 3 o superior; en conjunto, estos últimos causaron más de 1,200 muertes, cientos de miles de damnificados y daños materiales por un valor superior a los 4,000 millones de dólares (Cuadro VI.4).

Con base en datos recopilados por el SMN y el Centro Nacional de Huracanes de Miami, entre 1966 y 2005 la media de huracanes con categoría superior a 3 en el Pacífico fue de 4.1 huracanes y en el Atlántico de 2.5.

Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas

La observación sistemática del clima se apoya también en la Red Nacional de Estaciones Estatales Agroclimáticas, mediante la cual el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y SAGARPA proveen de información meteorológica a las cadenas productivas del país. Esta red surge como respuesta a los lineamientos del Fondo para Atender a la Población Afectada por Contingencias Climáticas (FAPRACC). Uno de los productos generados es el boletín climático estatal, mismo que se divulga en fichas técnicas por región del país, en las que además se emiten recomendaciones para apoyar los procesos de producción agropecuaria. El boletín es accesible vía Internet, junto con los pronósticos climáticos semanales, mensuales y semestrales. Adicionalmente, los usuarios pueden acceder información en tiempo real de las estaciones agroclimáticas instaladas. Toda esta información puede consultarse en <http://clima.inifap.gob.mx/redclima/>

Reseña de las actividades realizadas por la Secretaría de Marina, con relación al cambio climático (2001-2006)

1. Operación de la Red de Estaciones Meteorológicas Automáticas de Superficie (EMAS) de la Secretaría de Marina (SEMAR). Las estaciones se ubican a lo largo de las costas mexicanas y en islas y arrecifes; miden variables de temperatura del aire, presión atmosférica, humedad relativa, dirección y velocidad del viento y lluvia acumulada. Los datos se envían vía satélite cada 3 horas, con observaciones de cada media hora, al Centro de Análisis y Pronóstico Meteorológico Marítimo de SEMAR. A continuación se mencionan las actividades más relevantes:
 - a) En 2001 operaban 22 EMAS, en 2004 se amplió la red a 33 estaciones.
 - b) Desde mayo de 2005, los datos se envían en tiempo real al SMN, al Centro de Ciencias de

CUADRO VI. 4 HURACANES DE CATEGORÍA 3, 4 o 5 QUE HAN IMPACTADO MÉXICO ENTRE 1970 Y 2005.

NOMBRE	CATEGORÍA (ESCALA SAFFIR- SIMPSON)	AÑO	FECHA	ESTADOS	DECESOS	COSTO DE DAÑOS MATERIALES (MILLONES DE DÓLARES A PRECIOS CORRIENTES)
Lane	3	2006	Sep 13-17	Colima, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, Baja California Sur	4	13
Wilma	4	2005	Oct 15-25	Quintana Roo, Yucatán	93	1,724
Emily	4	2005	(agosto -septiembre) 10-21	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León	0	403
Kenna	4	2002	Oct 22-26	Nayarit, Jalisco, Sinaloa, Durango, Zacatecas	2	129
Isidore	3	2002	Sep 14-17	Quintana Roo, Yucatán, Campeche	4	920
Pauline	3	1997	Oct 05-10	Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Jalisco	228	448
Roxanne	3	1995	Oct 07-21	Quintana Roo, Yucatán, Campeche, Tabasco, Veracruz	29	241
Kiko	3	1989	Ago 24-29	Baja California Sur	N.D.	N.D.
Gilberto	5	1988	Sep 08-19	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila	240	76
Anita	5	1977	Ago 29 – Sep 03	Tamaulipas, San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes	10	50
Liza	4	1976	Sep 24 -Oct 02	Baja California Sur, Sinaloa, Sonora	600-950	N.D.
Madeline	4	1976	Sep 29 -Oct 08	Guerrero, Michoacán	N.D.	N.D.
Olivia	3	1975	Oct 22-25	Sinaloa, Durango	30	N.D.
Caroline	4	1975	Ago 24-Sep 01	Quintana Roo, Tamaulipas, Nuevo León	N.D.	N.D.
Carmen	4	1974	Ago 29-31	Quintana Roo, Campeche, Yucatán	N.D.	N.D.
Ella	3	1970	Sep 8-13	Quintana Roo, Yucatán, Tamaulipas, Nuevo León	N.D.	N.D.

N.D. - No Disponible.

Fuentes: Subdirección General Técnica. Unidad del Servicio Meteorológico Nacional. Subgerencia de Pronóstico Meteorológico, 2006.

NOAA. Historical Hurricane Tracks. <http://maps.csc.noaa.gov/hurricanes/viewer.html>

la Atmósfera de la UNAM y al Centro Nacional de Huracanes de Miami, Florida, EUA, para que se utilicen en pronósticos meteorológicos, monitoreo atmosférico e investigación científica.

c) Desde julio de 2005, los datos se publican en tiempo real en la página Web de Meteorología Marítima de SEMAR, y son útiles para el

público en general ante eventos hidrometeorológicos extremos, tales como los huracanes Emily, Stan y Wilma en 2005 y John y Lane en 2006.

2. Generación de pronósticos meteorológicos marítimos. Desde junio de 2006, diariamente se elaboran

FIGURA VI. 7 PORTAL DE LA RED NACIONAL DE ESTACIONES ESTATALES AGROCLIMÁTICAS.



- pronósticos especializados para las áreas marítimas:
- a) Pronóstico para pescadores: dos diarios con validez de 24 horas, cubren desde la costa hasta 30 millas náuticas mar adentro.
 - b) Pronóstico para navegantes: Uno diario con validez de 24 horas, cubren desde la costa hasta 200 millas náuticas mar adentro (zona económica exclusiva).
 - c) Pronóstico para población costera: Uno diario con validez de 24 horas, cubre la zona costera desde la costa hasta 10 kilómetros tierra adentro. Desde 1997, ante la presencia de ciclones tropicales en las áreas marítimas, se emiten avisos de tiempo severo, para alertar a los usuarios de la información meteorológica marítima.
3. Generación de Pronósticos. Desde mayo de 2006 se elaboran predicciones diarias con el modelo numérico de mesoescala MM5, que cubre la totalidad de las áreas marítimas con validez de 48

horas. Desde el primero de octubre se extendió la predicción a 72 horas. El modelo MM5, incorpora los datos de estaciones meteorológicas del SMN y de la SEMAR, para mejorar la condición inicial del mismo dentro del territorio nacional.

La SEMAR se encuentra en proceso de adquisición de un cluster de siete nodos para poder extender las predicciones a 120 horas (5 días).

Esta información se encuentra disponible al público en general en el portal <http://www.semar.gob.mx/meteorologia/index.php>

Centro Nacional de Observación Climática de Gran Altitud

México apoya activamente la instrumentación del Sistema Global de Observación del Clima (GCOS, por sus siglas en inglés); en 2005 se inició la instalación del Centro Nacional de Observación Climática de Gran Altitud,

en el estado de Veracruz, situado a una altitud de 4,200 metros sobre el nivel medio del mar. Este Centro monitoreará sistemáticamente las concentraciones de gases de efecto invernadero, la capa estratosférica de ozono y la radiación solar. Con este observatorio, México se integra a los sistemas globales de observación de la Tierra, así como a los mapas de la red internacional de vigilancia climática para estudiar a largo plazo el balance atmosférico global. Se crea así un instrumento de apoyo en la toma de decisiones sobre protección civil, desarrollo social, ciclos de producción agrícola y pecuaria a nivel regional y nacional, previsión de catástrofes y definición de líneas de investigación. El Centro opera bajo la coordinación de la Universidad Veracruzana, el Gobierno del Estado de Veracruz, el SMN y el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED).

El Centro Nacional de Observación Climática de Gran Altitud recibe el apoyo de la Iniciativa Global Clinton y de la Fundación Pedro y Helena Hernández (CGI, 2005), que se ejerce mediante coparticipación de la Universidad Veracruzana, el Museo Interactivo de Xalapa, el Gobierno del Estado de Veracruz, la empresa Sistema Internacional de Monitoreo Ambiental (SIMA) y la organización no gubernamental The Climate Institute. Los puntos de contacto del proyecto son (<http://www.sima.com.mx>) y (<http://www.climate.org/aboutus/staff.shtml>).

Foro de Predicción Climática

Por otra parte, cada año se realiza el Foro de Predicción Climática, donde se discuten los avances en la aplicación y difusión de información climática y los planes futuros para la observación sistemática. En los foros participan tanto los generadores de la información climática como los usuarios de la misma, incluyendo instituciones académicas y de investigación, el sector de aseguradoras, el SMN, y representantes de los sectores cuya actividad depende de las condiciones del clima. La información de los foros se encuentra disponible al público en el sitio del SMN, dentro de la categoría de productos, <http://smn.cna.gob.mx/>.

Las labores de observación sistemática permiten que en el país se pronostique y dé seguimiento a fenómenos hidrometeorológicos, y se emitan notas informativas y alertas de ciclones. Esta información también ha dado pie a la elaboración del Sistema Integral de Información sobre Riesgos de Desastres, publicado por el CENAPRED en <http://atl.cenapred.unam.mx/metadataexplorer/index.html>.

Programa GLOBE

El Programa de Aprendizaje y Observaciones Globales en Beneficio del Ambiente (GLOBE, por sus siglas en inglés) es un programa científico y educativo internacional impulsado por el gobierno de EUA, que promueve el monitoreo ambiental entre estudiantes de varios niveles escolares en el mundo, con la idea de mejorar la educación científica e incrementar la conciencia ambiental. México se integró a la iniciativa GLOBE en 1996 y el programa es administrado por el CECADESU. Actualmente hay 100 escuelas de México (públicas y privadas) que reportan datos meteorológicos a la red mundial de GLOBE. En noviembre de 2005, se realizó el Primer Encuentro de Estudiantes GLOBE en la Ciudad de México. La información general del programa está disponible en http://www.globe.gov/globe_flash.html

Participación en actividades internacionales

México participa y organiza múltiples actividades internacionales relacionadas con el tema del Cambio Climático. Algunas de estas actividades se encaminan al conocimiento del problema, sus causas y consecuencias, y otras al diseño y análisis de políticas para mitigarlo o adaptarse a él. Entre ellas, existen esfuerzos de colaboración bilateral que México ha establecido con un sinnúmero de países, además de actividades multilaterales en las que ha intervenido.

De particular importancia para la coordinación y el fortalecimiento de la posición de México en los diversos foros internacionales en materia de cambio

climático, destaca el establecimiento del Grupo de Trabajo de Negociaciones Internacionales dentro de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático.

Conferencias de las Partes de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto, y Reuniones de los Órganos Subsidiarios de la CMNUCC

México formó parte del Grupo de expertos para la elaboración de comunicaciones nacionales de las Partes No-Anexo I de la Convención, a partir del año 2000 y hasta el 2004. Se analizaron Comunicaciones Nacionales de más de 100 países en desarrollo, con el fin de detectar las fortalezas y debilidades de éstos en materia de preparación de Comunicaciones.

La participación de México en las reuniones de negociación de la Conferencia de las Partes de la CMNUCC y la Reunión de las Partes del Protocolo de Kioto, así como en las Reuniones de sus Órganos Subsidiarios ha sido constante, participativa y propositiva; ello ha fortalecido nuestra presencia en los grupos de trabajo que abordan los asuntos de mayor relevancia para el país.

En el Pleno de la Conferencia de Naciones Unidas sobre Cambio Climático en Montreal, se presentaron las posturas más importantes de México en las negociaciones internacionales sobre cambio climático. En primer lugar, se indicó que México favorece el inicio de un proceso, basado en la CMNUCC, que permita explorar nuevas vías de cooperación enfocadas al largo plazo, que facilite la progresiva ampliación de la participación de todos los países en el régimen climático y que pudiera, en un momento dado, converger con las acciones enmarcadas en el Protocolo de Kioto. Así, se manifestó que nuestro país percibe este proceso como una oportunidad y no como una amenaza.

El gobierno mexicano destacó que está dispuesto a iniciar un diálogo para que los países en desarrollo que así lo deseen puedan ampliar los alcances de sus esfuerzos de mitigación y de adaptación, mediante compromisos voluntarios que se basen en incentivos de cooperación internacional, que impulsen el desarrollo sustentable del país que los adopte, que sean

percibidos como equitativos, y que en ningún caso conlleven sanciones por incumplimiento.

En este marco, México consideraría políticas y medidas de alcance nacional, objetivos dinámicos, o metas cuantificables en sectores significativos de la economía o en ámbitos subnacionales acotados, entre otras medidas.

La perspectiva de México sobre el tema de las acciones de mitigación de emisiones de GEI que el país podría emprender en el futuro, reconoce que hace falta todavía un análisis profundo para priorizar, entre las posibles alternativas tecnológicas y de política disponibles, qué opciones favorecer, determinando su viabilidad, tanto económica como política, así como su efectividad, medida en emisiones evitadas de CO₂ y otros GEI.

La postura de México en las negociaciones que se han dado en el marco de la CMNUCC y del Protocolo de Kioto, es la de asumir su responsabilidad en el problema del cambio climático global y contribuir en su solución, aunque subrayando que debe adoptarse un enfoque voluntario, en especial para los países en desarrollo. Este enfoque permitiría impulsar y premiar el buen desempeño de los países, con incentivos de diversos tipos, pero no castigarlos cuando por alguna razón caigan en incumplimiento de sus propias metas de mitigación de emisiones de GEI.

Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático

La Red Iberoamericana de Oficinas de Cambio Climático (RIOCC) fue constituida durante el IV Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente, celebrado en Cascais, Portugal, en octubre de 2004. Su Programa de Trabajo fue anunciado oficialmente en la Décima Conferencia de las Partes de la CMNUCC, celebrada en Buenos Aires, Argentina en diciembre de ese mismo año.

Esta Red, de la que México forma parte, se creó por iniciativa del gobierno español, a fin de facilitar la cooperación internacional para el intercambio de posiciones y propuestas comunes en materia de desarrollo y cambio climático y para la firma de acuerdos para el desarrollo de tecnologías limpias.

Los temas del Mecanismo para un Desarrollo Limpio y la adaptación al cambio climático conforman una parte importante en los objetivos de la Red, entre los que también se incluyen promover la integración del cambio climático en las estrategias de ayuda oficial al desarrollo, facilitar la relación entre los sectores público y privado, y apoyar la creación de capacidades y conocimiento, incluyendo la transferencia de tecnología, la observación sistemática y las opciones de adaptación al cambio climático.

Entre los logros más importantes de la RIOCC se encuentra la creación de un Programa Iberoamericano de Impactos, Vulnerabilidad y Adaptación al Cambio Climático, en el seno del cual se institucionalizará el Centro Iberoamericano de Análisis de Problemas Ambientales Emergentes y Cambio Climático para la región de Mesoamérica y el Caribe, aprobado por el VI Foro Iberoamericano de Ministros de Medio Ambiente y apoyado por el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, en 2006.

Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático

El INE es el punto focal en México para el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (PICC), y da seguimiento y participa regularmente en sus Grupos de Trabajo. Dentro de las actividades recientes del PICC, el INE participó como coorganizador y anfitrión de la Reunión de Trabajo del Grupo II del Panel (Mérida, Yucatán, enero de 2006), que tuvo como propósito avanzar en la compilación y análisis de los capítulos que se incluirán en el volumen dedicado a impactos, vulnerabilidad y adaptación, que será parte del Cuarto Informe de Evaluación del PICC.

La participación de expertos mexicanos en los Informes de Evaluación del PICC se ha consolidado en los últimos años; en el Tercer Informe, que se publicó en 2001, intervinieron muy pocos expertos mexicanos, mientras que en el Cuarto Informe, que está actualmente en proceso de elaboración y se espera sea publicado para finales de 2007, participan 12 investigadores como autores líderes en los tres Grupos de

Trabajo del Panel, quienes cubren una amplia gama de temas, entre otros:

- Escenarios regionales.
- Metodologías para vulnerabilidad, impactos y adaptación.
- Medidas y políticas de adaptación.
- Recursos hídricos.
- Región Latinoamericana (México, coordinador).
- Industria, asentamientos humanos y sociedad (México, coordinador).

La presencia y consultas con diversas entidades nacionales en materias relacionadas con los trabajos del PICC se han ampliado para apoyar otras actividades del Panel, tales como el desarrollo de las metodologías asociadas a los Inventarios Nacionales de Emisiones de GEI, el análisis de la relación del Cambio Climático con las sustancias que agotan la Capa de Ozono y el estudio sobre Secuestro de Carbono. Conviene destacar que nuestros Inventarios Nacionales de GEI cumplen estrictamente con las metodologías propuestas por el PICC.

Se espera que el Cuarto Informe de Evaluación del PICC resulte de alto valor para la comunidad internacional, al proponer bases científicas y socioeconómicas requeridas para el Primer Periodo de Cumplimiento del Protocolo de Kioto, así como para la negociación de los acuerdos para la etapa posterior al 2012.

Instituto Interamericano de Investigación sobre el Cambio Global

El Instituto Interamericano de Investigación sobre el Cambio Global (IAI) creado a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CNUMAD), en 1992, cuenta con 19 países miembros: Argentina, Bolivia, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, EUA, Guatemala, Jamaica, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela.

El IAI, por medio de una red de redes cooperativas de centros de investigación, institutos de investigación afiliados, y socios, atiende una agenda científica

para realizar estudios en varias áreas: comprensión de la variabilidad del clima en las Américas; estudios comparativos de ecosistemas, biodiversidad, uso de la tierra, y recursos hídricos en la región; cambios en la composición de la atmósfera, los océanos y las aguas dulces y evaluación integrada; dimensiones humanas y aplicaciones. De manera adicional, patrocina proyectos científicos de importancia regional; y su programa de Redes de Investigación Cooperativa (CRN-II) tiene como objetivo principal desarrollar redes multinacionales de científicos e instituciones científicas que trabajen juntos sobre un mismo aspecto del cambio global de importancia regional. Actualmente, se llevan a cabo labores para construir un nuevo Plan Estratégico del IAI para los próximos diez años. Desde la perspectiva de México, dicho plan debe reconocer la necesidad de promover la ciencia que sea de alta utilidad para atender los problemas regionales y específicos de cada país, para apoyar los procesos de toma de decisiones, además que debe incorporar la dimensión humana, y especialmente los aspectos socioeconómicos.

Para México, el IAI es parte fundamental de la cooperación regional en materia de cambio global, y por lo tanto de la agenda relacionada al Cambio Climático. Es importante el fortalecimiento del IAI y asegurar su papel en el desarrollo de capacidades, intercambio de información y cooperación. La adaptación al cambio climático se contempla como un eje fundamental en el futuro del IAI y sus programas de trabajo en la región.

Como resultado de un Instituto de Capacitación impartido por el IAI, el INE junto con otras instituciones de Latinoamérica, están llevando a cabo el proyecto: Evaluación de la vulnerabilidad actual y futura de los sistemas pastoriles frente a la variabilidad y al cambio climático: Caso Uruguay, con el cual se busca fomentar la investigación en materia de vulnerabilidad y adaptación, en grupos de trabajo multiinstitucionales e interdisciplinarios a nivel regional.

Comisión para el Desarrollo Sustentable

La Comisión para el Desarrollo Sustentable de las Naciones Unidas (CDS) incluyó el tema del Cambio Climático como uno de los cuatro que abordaría en

las Sesiones 14 y 15, que tienen lugar en los años 2005 y 2006. Las sesiones están organizadas de tal forma que durante el primer año se hace un diagnóstico y durante el segundo se abordan y analizan propuestas de política para avanzar en cada tema.

México ocupó la vicepresidencia de la CDS 14, representando a la Región de Latinoamérica y el Caribe. En este carácter, organizó los trabajos de la región ante la CDS. El enfoque de la CDS fue recopilar a nivel mundial algunas historias de éxito, enfatizando la investigación sobre las barreras que han impedido un avance más rápido por parte de los gobiernos y las sociedades.

Para México, resultó importante recalcar la vinculación entre los temas de cambio climático y energía, en particular al referirse a eficiencia energética, energía renovable y opciones tecnológicas avanzadas para el uso de combustibles fósiles, como alternativas viables para mitigar las emisiones de GEI.

México reconoce que la eficiencia energética, las energías renovables y las opciones tecnológicas son viables y que se debe facilitar su acceso —en particular en los países en desarrollo— y promover la capacitación para ello; sin embargo considera que en la CDS 15 deberán abordarse otras causales del cambio climático como: uso del suelo, cambios en el uso del suelo, y silvicultura, así como opciones y medidas de mitigación tales como el manejo sustentable de los bosques o la reforestación, patrones de producción, distribución, y consumo de bienes, que en países como el nuestro pueden tener importantes impactos en la reducción de emisiones, al tiempo que generan otros beneficios socioeconómicos, en salud, o en preservación de los ecosistemas, por mencionar algunos.

Otro aspecto que deberá promoverse en el marco de la CDS 15 es el relacionado con la adaptación al cambio climático, tema de particular relevancia para los países en desarrollo, por su alta vulnerabilidad a los efectos del mismo.

Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

Como miembro de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), México ha

participado en diversas reuniones y foros del organismo, relacionados con el tema del cambio climático; en particular en las reuniones del Grupo de Expertos del Anexo I de la CMNUCC.

En este foro, se desarrolla un diálogo e intercambio de experiencias con expertos y tomadores de decisiones, sobre el análisis de temas relevantes tanto para países desarrollados como para aquellos en desarrollo, sobre asuntos como la planeación de medidas de mitigación y adaptación en materia de cambio climático.

Las experiencias e información científica obtenida en este marco permiten fortalecer la capacidad técnica de México en materia de metodologías para la mitigación de emisiones de GEI y para la evaluación de la vulnerabilidad y las opciones de adaptación al cambio climático, entre otras. De igual forma, esta participación fortalece la capacidad nacional para analizar la información existente en nuestro país sobre mitigación de emisiones de GEI, y vulnerabilidad al cambio climático, así como para el desarrollo de estudios encaminados al diseño e instrumentación de medidas de adaptación.

En 2006 México, con la participación de científicos del Centro de Ciencias de la Atmósfera y del Instituto de Ingeniería, ambos de la UNAM, presentó en la reunión de la OCDE sobre adaptación al cambio climático, con países en desarrollo, un trabajo sobre la problemática del recurso hídrico en México.

Diálogo Sobre Cambio Climático, Energía Limpia y Desarrollo Sustentable

La Primera Reunión Ministerial del Diálogo sobre Cambio Climático, Energía Limpia y Desarrollo Sustentable se llevó a cabo en Londres, Reino Unido, el 1º de noviembre de 2005. En dicho Diálogo participaron las delegaciones de los países miembros del Grupo de los Ocho -G8 (Alemania, Canadá, EUA, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Rusia) más cinco (Brasil, China, India, México y Sudáfrica), con el propósito de avanzar en la concreción de los acuerdos del Plan de

Acción resultado de la Cumbre del G8, celebrada en julio del mismo año en Gleneagles, Reino Unido, con la participación de los mismos países.

El objetivo de la reunión de Londres fue trazar la ruta a seguir para el desarrollo y aplicación de tecnologías más limpias en el sector energía, explorando nuevos enfoques para ampliar la cooperación tecnológica y elevar las inversiones en el sector, que se traduzcan en menores emisiones de GEI, que son la principal causa del cambio climático global.

En esa oportunidad, México presentó un documento que describe las principales acciones llevadas a cabo en los temas relacionados con el Plan de Acción de Gleneagles; entre las acciones que se describen ahí, destaca la elaboración de la presente Comunicación Nacional, que incluye un inventario nacional de emisiones de GEI, actualizado al año 2002, así como diversos estudios de evaluación de la vulnerabilidad del país ante eventos climáticos extremos, y medidas de adaptación y mitigación ante el cambio climático. Asimismo, la SENER describe políticas y proyectos específicos que pueden ser determinantes para que el país transite a un modelo energético más sustentable y seguro; entre ellos, destacan la producción de combustibles más limpios; las mejoras en la eficiencia energética de la industria, el sector comercial y los hogares; la aplicación de normas de emisión de contaminantes más estrictas, tanto para fuentes fijas como para vehículos; y, el impulso a las fuentes renovables de generación de electricidad.

Durante la Segunda Reunión Ministerial del Diálogo sobre Cambio Climático, Energía Limpia y Desarrollo Sustentable, celebrada en la Ciudad de Monterrey, en octubre de 2006, se presentaron los principales avances de los países del G8 en la implementación del Plan de Acción de Gleneagles sobre los temas de *Mecanismos de Mercado*, *Adaptación y Transferencia de Tecnología* y se discutieron diversas alternativas para lograr la combinación más efectiva de tecnologías, mecanismos de financiamiento, y políticas y medidas, que permitan transitar hacia economías de bajo-carbón y menor susceptibilidad al clima.

Grupo de Trabajo de Alto Nivel México – Estados Unidos sobre Cambio Climático

A la fecha se han realizado tres reuniones bilaterales entre México y EUA, para discutir temas de cooperación en materia de cambio climático. En estas reuniones se ha logrado establecer una agenda de cooperación, entre otras, en áreas tales como la energía renovable, la eficiencia energética, la Iniciativa Metano a Mercados (M2M), el Programa GEI, el desarrollo de inventarios de gases de efecto invernadero y los proyectos enmarcados en el programa Estrategias Ambientales Integradas (IES, por sus siglas en inglés).

La cooperación con el gobierno de EUA ha permitido contar con una cartera conjunta de más de 50 proyectos, que han incidido en progresos significativos en el área del cambio climático en nuestro país. Dicha colaboración inició con el apoyo brindado por el Programa de Estados Unidos para la Elaboración de Estudios de País sobre Cambio Climático, 1994-1996.

En el futuro próximo, se espera que esta cooperación bilateral fortalezca acciones y abarque nuevos temas como modelación climática, escenarios de cambio de uso de suelo, captura y almacenamiento de carbono, investigación y diseño de políticas de mitigación y adaptación al cambio climático, entre otros.

La importancia que esta cooperación ha adquirido, se refleja en la mayor participación de otras dependencias gubernamentales e instituciones. De hecho en la tercera Reunión Binacional (Ciudad de México, agosto de 2006) participaron las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación; Energía; Medio Ambiente y Recursos Naturales; y Relaciones Exteriores; así como el INE, el SMN, la Comisión Nacional Forestal; Petróleos Mexicanos y la UNAM; por parte de EUA asistieron los Departamentos de Comercio (Administración Nacional Oceánica y Atmosférica), de Energía y de Estado, así como las Agencias para el Desarrollo Internacional y de Protección Ambiental, y la Fundación Nacional para la Ciencia.

Colaboración México-Reino Unido para desarrollar el Plan Estatal de Acción Climática en Veracruz

En México, los estudios para investigar el problema del cambio climático, sus consecuencias y las posibles opciones de mitigación y adaptación han sido mayormente a escala federal. Sin embargo, mucho del conocimiento relativo a este problema se encuentra en los niveles estatal y local.

Por entender esta condición, el INE presentó una propuesta al Fondo de Oportunidades Globales del Gobierno Británico (GOF, por sus siglas en inglés), para desarrollar un Plan de Acción Climática a nivel estatal, en un estado de la República Mexicana a decidirse de acuerdo con su vulnerabilidad ante el cambio y la variabilidad climáticos, a sus fuentes de generación de emisiones de GEI, que deberían ser suficientemente significativas pero también variadas, y a su capacidad probada para desarrollar un análisis riguroso de este fenómeno, y para involucrar a los actores sociales y políticos relevantes para el desarrollo y puesta en operación del Plan Estatal de Acción Climática.

El estado seleccionado fue Veracruz, lo que se justifica ampliamente por ser el tercero del país con mayor población (6.9% del total nacional en 2005), superado solamente por el Estado de México y el Distrito Federal; el décimo lugar en extensión territorial, ya que ocupa 3.7% del territorio nacional; genera en promedio el 4.4% del PIB nacional (quinto lugar nacional) y posee un litoral que representa el 29.3% de la costa mexicana del Golfo de México, situación por la cual se encuentra expuesto a fenómenos hidrometeorológicos extremos y a sufrir los efectos de posibles cambios en el nivel medio del mar. Adicionalmente, Veracruz es uno de los estados con mayor riqueza natural ya que en él se encuentran representados todos los ecosistemas del país y, junto con Chiapas y Oaxaca, conforma la región con mayor biodiversidad (INEGI, 2006; Veracruz, 2006).

El propósito del Plan Estatal de Acción Climática, que está en proceso de elaboración y se espera esté listo para principios del 2008, es analizar la contribución

del estado de Veracruz al cambio climático y los posibles escenarios futuros de las emisiones de GEI a nivel estatal, así como su vulnerabilidad ante este fenómeno, para luego analizar los marcos legal e institucional relevantes para el diseño de políticas de mitigación y adaptación, que una vez evaluadas integren el citado Plan, cuyas metas y alcances serán presentados a la sociedad, para buscar luego su puesta en práctica.

Cooperación bilateral en materia del Mecanismo para un Desarrollo Limpio del Protocolo de Kioto

Al amparo de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, México ha suscrito diez acuerdos de cooperación con Alemania, Austria, Canadá, Dinamarca, España, Francia, Japón, Italia, Países Bajos y Portugal, con el fin de desarrollar proyectos para reducir emisiones y capturar gases de efecto invernadero en nuestro país.

En el mismo sentido y con la finalidad de promover el desarrollo sustentable del país, formando parte del esfuerzo global de combate a los efectos adversos del cambio climático, la Oficina Mexicana para el MDL ha aprobado, hasta septiembre de 2006, 123 proyectos en diversos sectores (energías renovables, eficiencia energética, manejo de residuos sólidos y transporte sustentable) con un potencial de mitigación de emisiones de aproximadamente 7.4 millones de toneladas de CO₂ equivalente por año.

Integración del tema cambio climático en las políticas nacionales

Marco de Políticas para la Adaptación

El Marco de Políticas para la Adaptación (APF, por sus siglas en inglés) desarrollado por el PNUD, es una referencia en cuanto a la organización del equipo de trabajo y la interacción con los actores clave en materia de adaptación al cambio climático. El objetivo último de un APF es el de proteger y aumentar el bienestar humano de cara a las amenazas y oportunidades del cambio y la variabilidad climáticos. En su elaboración

y revisión participaron científicos mexicanos de instituciones de gobierno y académicas.

En México, el APF se aplicó en el Proyecto regional: Fomento de las Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en Centroamérica, México y Cuba, y en el estudio; Consideraciones relevantes para el desarrollo de una Estrategia Nacional de Adaptación al cambio climático.

Convenciones sobre Cambio Climático y Diversidad Biológica

A nivel nacional, los puntos focales de la CMNUCC y de la Convención de Diversidad Biológica (CDB) han mantenido una cooperación cercana. En 2005, se participó en la definición de la posición de la Delegación Mexicana sobre la Guía para promover sinergias entre actividades dirigidas a la Diversidad Biológica y Cambio Climático, que se presentó en las reuniones del Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (SBSTTA) de la Convención de Diversidad Biológica en Montreal, Canadá (noviembre-diciembre de 2005).

Se han mantenido reuniones técnicas para promover sinergias entre actividades dirigidas a la Diversidad Biológica y el Cambio Climático y definir estudios prioritarios, por ejemplo el estudio: Análisis del Estado del Cambio Climático en Ecorregiones de México, estudio de caso: Especies selectas de Vertebrados Endémicos. Por otra parte, se colaboró en la revisión y se proporcionaron insumos para el Reporte del Grupo *Ad Hoc* de Expertos Técnicos sobre Biodiversidad y Adaptación al Cambio Climático de la CDB (CDB, 2005).

Segundo Estudio de País sobre Biodiversidad

Actualmente la CONABIO realiza el “Segundo Estudio de País (2EP)”, el cual busca crear una visión de la agenda ambiental de México para los siguientes diez años, y constituirse como la fuente más completa de información primaria sobre el estado, tendencias y respuestas a distintos factores acerca de la diversidad biológica de México, así como sobre algunos escenarios futuros. En junio de 2006 se presentó el resumen

FIGURA VI. 8 MARCO DE POLÍTICAS PARA LA ADAPTACIÓN.



ejecutivo del 2EP (<http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Portada>).

El estudio incluye un capítulo denominado: Estado y tendencias de los servicios ecosistémicos, en el que se consideran escenarios de cambio climático como parte del análisis de la capacidad que tienen actualmente los ecosistemas de México para proveer servicios de regulación climática, su posible afectación bajo escenarios de cambio climático y los vacíos y necesidades de información para desarrollar políticas dirigidas a la protección y restauración de dichos servicios.

Autoevaluación de Capacidades Nacionales para la Implementación de las Convenciones sobre Diversidad Biológica, Cambio Climático y Combate a la Desertificación

Este proyecto se realizó entre 2004 y 2006, en el marco de la Iniciativa Global de Desarrollo de Capacidades,

patrocinada por el GEF a través del PNUD. Su objetivo fue contribuir a formular una política nacional para el desarrollo de capacidades, que permita integrar progresivamente criterios ambientales en las políticas públicas, particularmente las involucradas en la implementación de los tratados internacionales de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica, Cambio Climático y Combate a la Desertificación; y participar en el debate nacional sobre el desarrollo y el crecimiento.

Para su elaboración, se tomaron en cuenta las opiniones y recomendaciones de expertos del sector académico, el sector privado, el sector social, el sector gubernamental y organizaciones de la sociedad civil, mediante mecanismos de entrevistas, consultas y talleres. El trabajo incluyó un análisis de la gestión ambiental y de los recursos naturales en México (leyes, reglamentos, normas oficiales mexicanas, programas oficiales y bibliografía disponible sobre los mismos temas) en

las últimas tres décadas, aunque con mayor énfasis en el periodo posterior a la Cumbre de Río de Janeiro de 1992. Se incorporaron elementos adicionales, análisis y lineamientos generales relativos a la participación de estados y municipios, así como en materia de perspectiva de género y atención a pueblos indígenas.

Con el proyecto, se evaluó el nivel de desarrollo de las capacidades nacionales en el país, tanto a nivel sistémico, institucional, como individual; a partir de los compromisos que México debe cumplir ante las tres Convenciones de Río. Posterior al análisis, se identificaron las principales fortalezas y debilidades del sector ambiental y de los recursos naturales y a partir de éstas, se propusieron líneas estratégicas y proyectos prioritarios —de acuerdo con las prioridades y estrategias del país— para el desarrollo de capacidades nacionales en México, incluyendo el desarrollo de esfuerzos sinérgicos para la instrumentación de las tres Convenciones.

Este proyecto de auto-evaluación constituye una oportunidad para fortalecer el proceso de integración de los criterios ambientales en las políticas públicas de todos los sectores de la economía. En este sentido contribuye a la actualización y fortalecimiento del Plan de Acción para Combatir la Desertificación, a la ampliación de la aplicación de la Estrategia Nacional de Biodiversidad, especialmente a nivel estatal, y contribuye a la construcción del consenso para una Estrategia Nacional de Acción Climática y para desarrollar un Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático.

Evaluación integrada de la vulnerabilidad social y adaptación al cambio y variabilidad climáticos de los productores agropecuarios en México y Argentina

México participa dentro de la Iniciativa global: Evaluación de los Impactos y Adaptación al Cambio Climático (AIACC, por sus siglas en inglés). Dicha Iniciativa tiene como objetivo avanzar en el entendimiento científico de la vulnerabilidad al cambio climático y de opciones de adaptación en países en vías de desarrollo, mediante el apoyo a investigaciones conjuntas, entrenamiento y apoyo técnico.

Para el caso de México, se analizó la vulnerabilidad actual y futura de los agricultores de la región Centro de Veracruz (Coatepec y Huatusco) y de la región Sur de Tamaulipas (González y Mante). Participó un grupo interdisciplinario de investigadores de la UNAM, de la Universidad Veracruzana (UV) y de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT), en conjunto con investigadores de Argentina (Universidad de Río Cuarto).

Este proyecto examinó la manera en que los campesinos en México y Argentina están adaptándose a múltiples incertidumbres debidas por un lado, a un incremento en la frecuencia de eventos climáticos extremos, y por el otro, a cambios socioeconómicos extremos asociados con la adopción del modelo neoliberal en América Latina. Este proyecto intentó dar respuesta a dos preguntas: 1) ¿En que grado es la adaptación al cambio climático a nivel regional y parcela obligada y/o facilitada por las tendencias actuales en los cambios institucionales en la política hídrica y agrícola?, y 2) ¿Cómo pueden ser integradas las nuevas investigaciones sobre cambio climático y variabilidad climática dentro de las prácticas y políticas para asistir la adaptación en el sector hídrico y agrícola? Estas preguntas son relevantes para México y Argentina, donde los eventos climáticos tienen implicaciones importantes para la productividad económica y donde las políticas en estos sectores han ocurrido.

Normas. Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Administración Ambiental

En materia de normatividad, el INE y la SEMARNAT participan en el Grupo de Trabajo 5 sobre Cambio Climático del Comité Técnico (CT-207) de la Organización Internacional de Normalización (ISO, por sus siglas en inglés), a través del Comité Técnico de Normalización Nacional de Sistemas de Administración Ambiental (COTENNSAAM), coordinado por el Instituto Mexicano de Normalización y Certificación, A.C. (IMNC). Se ha participado en el desarrollo de las tres partes de la Norma Internacional de Cambio Climático, relacionada con inventarios

y proyectos de reducción de emisiones de GEI, ISO 14064, donde participaron 175 expertos de 45 países y 19 organizaciones, las cuales se mencionan a continuación:

Parte 1. Especificación con orientación a nivel de las organizaciones, para la cuantificación, y el informe de las emisiones y remociones de gases de efecto invernadero.

Parte 2. Especificación con orientación a nivel de proyecto, para la cuantificación, el seguimiento y el informe de la reducción de emisiones o el aumento en las remociones de gases de efecto invernadero.

Parte 3. Especificación con orientación para la validación y verificación de declaraciones sobre gases de efecto invernadero.

La norma se aprobó de manera unánime por los miembros del ISO-CT-207 —con 53 aprobaciones y sin desaprobaciones— y fue publicada como norma internacional el 1 de marzo de 2006. Actualmente está en consulta pública en México el Proyecto de Norma Mexicana PROY-NMX-SAA-14064-IMNC-2006.

Proceso de Montreal

En este Grupo de Trabajo sobre criterios e indicadores para la conservación y el manejo sustentable de los bosques, el INE participó en la elaboración del Criterio Número Cinco (Mantenimiento de la Contribución de los Bosques al Ciclo Global del Carbono), para lo cual fue de suma importancia la utilización de los resultados de la Segunda Actualización del Inventario Nacional de GEI en el sector USCUS.

VII. Obstáculos, carencias, y necesidades conexas de financiamiento, tecnología y capacidad

Asociados con la aplicación de actividades previstas en la Convención y con la preparación y el mejoramiento de las comunicaciones nacionales en forma continua

La Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) aprobó la elaboración, y posteriormente el contenido del documento denominado: Hacia una Estrategia Nacional de Acción Climática, que contempla las dos grandes vertientes para enfrentar el Cambio Climático: la mitigación y la adaptación.

La intención de contar con una Estrategia Nacional de Acción Climática (ENAC) es que más allá de proyectos individuales, se requiere de programas estructurados que encaminen todos los esfuerzos nacionales en la materia a un fin común, reducir el riesgo frente al cambio climático.

En un marco de reducción de riesgo frente al cambio climático, es deseable disminuir la magnitud del

peligro o la amenaza, en este caso el calentamiento del planeta, y de la vulnerabilidad de los diversos sectores socioeconómicos y ambientales del país frente a condiciones extremas del clima. Las acciones de mitigación insertan a México en un movimiento global de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en el planeta. Las principales actividades de mitigación de emisiones son llevadas a cabo por el país en virtud de políticas nacionales expresas, como es el caso en el sector energético de los programas de gasificación, diversificación de fuentes e incremento de eficiencia y ahorro de energía. En otros sectores, los programas de reforestación coadyuvan al mismo propósito.

Por otra parte, mediante proyectos coordinados dentro del Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto y con otros instrumentos tendientes al mismo objetivo, nuestro país contribuye en la medida de sus capacidades a evitar que se alcancen alteraciones peligrosas en el clima. Se espera

que en el futuro cercano, el número de acciones en este sentido se incrementa para que el impacto del trabajo en México sea de mayor consideración.

Por otro lado, en México se ha comprendido que aún con las acciones de mitigación es necesario trabajar en la adaptación para que los cambios del clima esperados tengan un menor impacto negativo en los diversos sectores socioeconómicos. Para ello se desarrollan proyectos piloto que lleven a construir e instrumentar en un futuro cercano, un Programa de Adaptación al Cambio Climático. Mediante acciones en el campo del manejo del agua, agricultura y bosques en diversos estados del país, se han comenzado a sentar las bases de dicho Programa de Adaptación, contribuyendo a enriquecer la futura ENAC que defina a la brevedad el camino a seguir por México, frente a uno de los grandes retos ambientales del presente siglo.

Para consolidar dicha estrategia en los próximos años, se requiere financiamiento con el fin de ampliar las acciones nacionales de identificación de estudios y proyectos conducentes a reducir las emisiones de GEI por fuentes y fortalecer la absorción por sumideros; y para seleccionar e instrumentar las acciones para la adaptación. En dichos proyectos se mencionarán las tecnologías específicas a utilizar, materiales, equipos requeridos, técnicas y prácticas necesarias para realizarlos. También se calcularán los costos incrementales de las emisiones a ser reducidas y/o del incremento en la absorción de GEI, y de los beneficios asociados. La estrategia también debe contar con fondos para evaluar su evolución, para iniciar la instrumentación de nuevos proyectos, y para la comunicación de sus avances.

La ENAC definirá, de igual manera, las necesidades específicas de tecnología del país, el desarrollo y fortalecimiento de capacidades, así como de los conocimientos necesarios. Se identificarán programas de apoyo del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF, por sus siglas en inglés) y de las Partes Anexo II de la Convención de Cambio Climático, que ofrezcan recursos financieros y técnicos para la elaboración e instrumentación de la ENAC en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

Prioridades nacionales para la Investigación en cambio climático

Recientemente, diversas instituciones nacionales han incrementado su interés por la actividad de investigación en cambio y variabilidad climáticos. Particularmente, el sector ambiental ha impulsado proyectos de investigación sobre el tema, junto con sectores como energía, agrícola, comunicaciones y transportes, y desarrollo social; los que han incluido y alentado la formación de personal especializado de alto nivel, así como la creación de programas de cambio climático en los centros de investigación de cada uno de dichos sectores. Como se mencionó en el Capítulo VI, el número de especialistas interesados creció 35% en el periodo 2001-2005. En cuanto a la evolución de los contenidos de la investigación en la materia, es de notarse que en la actualidad, la línea más favorecida por la comunidad científica es la de estudios sobre vulnerabilidad. Otros temas, también importantes, como los de investigación sobre alternativas de adaptación o para el desarrollo de modelos y escenarios regionales y locales, adolecen de una cobertura suficiente.

Con el fin de avanzar en las labores de investigación nacional, el Instituto Nacional de Ecología (INE) llevó a cabo en septiembre de 2006, un seminario para analizar las Prioridades Nacionales de Investigación en Cambio Climático. Se convocó a un selecto número de especialistas, así como a representantes de los sectores activos que tienen interés en los resultados de las investigaciones, con objeto de consensuar los temas prioritarios que México requiere para afrontar su alta vulnerabilidad al cambio climático en virtud de su riqueza biológica, su ubicación geográfica, sus condiciones socioeconómicas y sus necesidades de preparación científica y política para enfrentar los riesgos y compromisos presentes y futuros relacionados.

Con esta perspectiva y ante recursos limitados, se enfatizó en la importancia y la necesidad de:

- el desarrollo de capacidades;
- la integración de redes de investigadores, cada vez más interdisciplinarias;

- que el tema del cambio climático funcione como un eje integrador de la investigación ambiental en México;
- la utilidad de la búsqueda de recursos internacionales que sirvan para el intercambio técnico y de información con comunidades científicas de otros países;
- contar con recursos nacionales e internacionales para impulsar la investigación en el tema.

Del mismo modo, se apuntó la importancia de mantener y mejorar la coordinación de los sectores y los órdenes de gobierno para afrontar el problema climático y la incorporación de medidas adecuadas ante el cambio en las políticas y programas sectoriales.

Por lo mismo, se recalcó la necesidad de sintonizar la investigación relacionada con el cambio climático con las necesidades de los tomadores de decisiones en los diferentes sectores y en los tres niveles de gobierno, además de la importante labor de poder comunicar a la población en general sobre los riesgos y el valor de las acciones que, como individuos y como país, se llevan a cabo para reducir emisiones de GEI, para reducir la vulnerabilidad y para llevar adelante acciones de adaptación a los cambios y a la variabilidad del clima.

De lo planteado y discutido en el seminario resaltan las siguientes líneas y temas de investigación:

Observación del fenómeno

- Fortalecer y consolidar la capacidad de los sistemas de medición y monitoreo de datos climáticos, cubrir los objetivos de la investigación nacional y ampliar el esfuerzo para recuperar datos históricos en series de tiempo de más de treinta años.
- Analizar la información existente para detectar señales de cambio climático.
- Consolidar el Banco Nacional de Datos Climatológicos en los niveles estatales.
- Ampliar la red de observaciones aprovechando los sistemas de percepción remota, como radares y satélites.

Modelos y escenarios

- Analizar escenarios de México con y sin mitigación, estableciendo la influencia de factores como población, desarrollo económico y deforestación en regiones estratégicas. Extender el horizonte temporal de los escenarios integrados, por lo menos al año 2050.
- Desarrollar y aprovechar modelos y escenarios de cambio climático a escalas de tiempo y espacio adecuadas a las necesidades de planificación y de toma de decisiones para estrategias de adaptación, tanto para acciones locales y sectoriales, como para la protección de la rica diversidad del país. Especialmente, incrementar la capacidad de modelación de los fenómenos asociados al recurso hídrico ante los cambios del clima que se esperan en el país.
- Incrementar la participación nacional en el análisis de escenarios de cambios acelerados, en variables como la temperatura de los océanos y que pueden tener efectos irreversibles en fenómenos naturales globales, como la circulación de los océanos.
- Desarrollar modelos integrados (de principio a fin), que permitan llegar al diseño de propuestas y a la implementación de medidas de adaptación.

Riesgos y fenómenos extremos

- Diagnosticar los eventos/fenómenos meteorológicos extremos y sus impactos
- Elaborar mapas de riesgo actual y futuro, ante condiciones de cambio climático (integrar la información generada por los diferentes sectores) e incorporar plenamente la variabilidad climática en los mapas nacionales de riesgo.
- Estudios de prospectiva para la asociación del cambio y variabilidad climáticos con el incremento de riesgos.
- Evaluar la vulnerabilidad ante eventos hidrometeorológicos extremos.
- Identificar las áreas y actividades estratégicas de alto riesgo en el país.
- Evaluar estrategias de protección civil.

Ecosistemas

- Identificar y analizar los ecosistemas sensibles ante el cambio climático.
- Evaluar los mecanismos de restauración de servicios ambientales de ecosistemas afectados por el cambio y la variabilidad climáticos.
- Llevar a cabo monitoreo y análisis de efectos del cambio climático sobre poblaciones de especies biológicas seleccionadas (especies endémicas amenazadas) y en ecosistemas completos, así como el monitoreo de la fenología con enfoque de manejo adaptativo.
- Continuar y profundizar el Inventario Nacional Forestal.

Investigaciones sectoriales

- Incrementar los estudios base para la incorporación del cambio y la variabilidad climáticos a las políticas sectoriales del país.
- Incrementar los estudios para llevar a cabo estrategias estatales y, en su caso, regionales de acción climática, con la colaboración de los municipios. Esto implica la elaboración de inventarios estatales de emisiones de GEI, para la identificación de medidas de mitigación, y el desarrollo de estudios para determinar la vulnerabilidad de diferentes sectores y las posibles opciones de adaptación al cambio climático.
- Incorporar los estudios del cambio y la variabilidad climáticos en los proyectos que se desarrollan para dar cumplimiento a las Convenciones de Diversidad Biológica y Combate a la Desertificación.
- Continuar con el proceso de elaboración de inventarios de emisiones de GEI. Mejorar la calidad de los datos, investigar y determinar factores de emisión de GEI propios del país en todos los sectores y optimizar su sistematización.
- Profundizar el análisis sobre las opciones tecnológicas para la mitigación de emisiones.
- Profundizar los análisis multidisciplinarios sobre las alternativas nacionales de oferta energética.
- Realizar estudios para cuantificar con precisión el potencial de las fuentes alternas de energía, en par-

ticular la bioenergía y otras, incluyendo la nuclear, como componente de la oferta energética, y el diseño y análisis de escenarios a futuro de sus costos y beneficios en los ámbitos nacional, estatal y local.

- Ampliar y profundizar los estudios sobre oportunidades de ahorro y uso eficiente de energía en todos los sectores y los relacionados con el secuestro de carbono.
- Analizar los posibles efectos del cambio climático en la oferta y demanda de energía y las posibles medidas de adaptación ante eventos hidrometeorológicos extremos.
- Ampliar los estudios sobre los recursos hídricos en relación con el cambio y la variabilidad climáticos, en especial en relación con su disponibilidad.
- Realizar investigación sobre la vulnerabilidad de los principales cultivos y áreas agrícolas y ganaderas de México y diseñar medidas de adaptación.
- Mejorar las investigaciones que vinculan el cambio climático con la salud en sus aspectos preventivos, alerta temprana de riesgo y de adaptación.
- Monitorear y analizar la interrelación entre el cambio de uso de suelo y el cambio climático.
- Realizar evaluaciones de las estrategias tecnológicas relacionadas a la mitigación y a la adaptación y fomentar su desarrollo e innovación, comprendiendo la evaluación integral de los riesgos, barreras y beneficios de tecnologías específicas.

Investigación socioeconómica

- Incrementar considerablemente la investigación socioeconómica sobre el fenómeno, en particular mejorar el conocimiento de los costos socioeconómicos esperados por fenómenos hidrometeorológicos en el país, así como los costos y beneficios de las alternativas de medidas para la mitigación y la adaptación.

Política internacional

- Profundizar la investigación en política internacional para la definición de posición y toma de decisiones.

- Análisis de impactos sociales, ambientales y económicos de la adopción de compromisos internacionales voluntarios.
- Investigar los costos y beneficios para México de su eventual participación en las distintas propuestas internacionales para la evolución de los compromisos colectivos en los que el país pudiera estar involucrado.

Comunicación y educación

- Elaborar una estrategia de comunicación del tema a nivel nacional.
- Hacer investigación en comunicación de riesgos y percepción social en relación con el cambio climático para reducir vulnerabilidad.
- Llevar a cabo estudios para el establecimiento y reforzamiento de los sistemas de alerta temprana para la prevención, atención y mitigación de desastres ante las afectaciones asociadas al cambio climático.
- Incrementar los programas de educación ambiental para la participación social en el enfrentamiento del cambio climático.
- Realizar estudios de percepción de la sociedad civil ante los riesgos, impactos y vulnerabilidad del cambio climático.
- Fomentar la formación de recursos humanos especializados en las áreas de interés de diversos sectores y en particular, los dedicados a estudios meteorológicos y climatológicos.

Son de notarse los recursos crecientes que el país invierte en actividades previstas en la Convención para financiamiento, tecnología y capacidad, los cuales se originan en fuentes nacionales, pero resulta muy

importante para México el apoyo complementario que ha recibido mediante la cooperación internacional en el tema.

Fuentes de financiamiento para la Tercera Comunicación Nacional

Finalmente, cabe mencionar que las fuentes de financiamiento gracias a las cuales se logró la elaboración de la Tercera Comunicación Nacional son las siguientes:

- El Fondo para el Medio Ambiente Mundial aportó, a través del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), la cantidad de \$405,000 dólares. Por otra parte el PNUD contribuyó con aproximadamente \$30,000 dólares para el Portal de Cambio Climático y \$30,000 dólares más para otro sobre vulnerabilidad del país (en desarrollo).
- La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos donó, a través de la Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia, \$540,000 dólares, principalmente para estudios de la actualización del Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002, equipo de cómputo y programas (SIG) donados al CIEco de la UNAM, estudios de adaptación, cobeneficios y de eficiencia energética.
- Con fondos del gobierno mexicano, en los últimos cuatro años se realizaron investigaciones y varias publicaciones por un total de \$650,000 dólares.

El monto total, aproximado, asignado a la elaboración de la Tercera Comunicación fue de \$1,655,000 dólares.

VIII. Referencias

- Aguilera Nelly, G. M. Marrufo y A. Montesinos. 2005. Desigualdad en salud en México: un análisis de sus determinantes. Universidad Iberoamericana, A.C. México.
- Banamex (Banco Nacional de México). 2006. Examen de la situación económica de México. Estudios económicos y sociales. Marzo 2006. Número 961. Volumen LXXXII. www.banamex.com.mx/esp/pdf_bin/esem/esemmar06.pdf
- Benavides S., J. de D.; F. Becerra L.; T. Hernández T.; C. González S.; y J. G. Flores G. (Editores). 2005. Contribución al estudio de los Servicios Ambientales. Libro Técnico No. 1. INIFAP. Prometeo Editores, S. A. de C. V. Guadalajara, Jalisco, México. Diciembre del 2005.
- Boyd, R., M. Ibarrarán; J. Rodríguez. 2005. Macroeconomic Modeling: Co-benefits Analysis. Elaborado para el Instituto Nacional Ecología (INE) por la Universidad de las Américas (UDLA).
- Brown, S., B. de Jong, G. Guerrero, M. Hall, O. Masera, W. Marzoli, F. Ruiz y D. Shoch. 2003. Finalización de Líneas Base para Proyectos de Deforestación Evitada. Modelación de la Deforestación en México y sus Implicaciones para los Proyectos de Captura de Carbono. Reporte elaborado para la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. Contrato No. 523-C-00-02-00032-00. Winrock International. Arlington, VA. USA. <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/deforest.html>
- Carabias, J. y R. Landa. 2005. Agua medio ambiente y sociedad. Hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. El Colegio de México, A.C, UNAM, Fundación Gonzalo Río Arronte. 224 pp.
- CCMSS (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A.C.). 2006. Red de Monitoreo de Políticas Públicas. Nota informativa número 5. Inventarios Nacionales Forestales. México, mayo de 2006. http://www.ccmss.org.mx/modulos/casillero_informacion.php
- CDB (Convección de Diversidad Biológica). 2005. Report of the meeting of the Ad Hoc Technical Expert Group on Diversity and Adaptation to Climate Change. Draft. UNEP/CBD/SBSTTA/11/INF/5.

- CEMDA (Centro Mexicano de Derecho Ambiental). 2006. Síntesis informativa: Biodiversidad. México, D. F. 23 de agosto de 2006. http://www.cemda.org.mx/artman/publish/article_3346.php
- CFE (Comisión Federal de Electricidad). 2006. Información básica. <http://www.cfe.gob.mx>
- CGI (Clinton Global Initiative). 2005. Commitment announcement 2005. <http://209.254.132.170/home.nsf/cmt/coF2AF290DC2FB20BB852571DC00697A0B>
- CICC (Comisión Intersecretarial de Cambio Climático). 2006. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática. 2005-2006. México. www.semarnat.gob.mx/spp/sppa/dgapcc/reporteannual.html (consultada en octubre de 2006)
- CNA (Comisión Nacional del Agua). 2003. Estadísticas del Agua en México 2003. México.
- CNA. 2004. Estadísticas de Agua en México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 104 p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 1998. La Diversidad Biológica de México. Estudio de País 1998. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/INICIO.PDF
- CONABIO. 2006a. Segundo Estudio de País. <http://www.conabio.gob.mx/2ep/index.php/Portada>.
- CONABIO. 2006b. Estrategia Nacional de Biodiversidad. http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/estrategia_nacional/doctos/estrategia_nacional_biodiversidad.html
- CONABIO. 2006c. Programa para detección de puntos de calor mediante técnicas de percepción remota. En: http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/puntos_calor/doctos/puntos_calor.html.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal). 2006a. Comunicado de prensa. Boletín B27-2006. <http://www.conafor.gob.mx/portal/docs/secciones/comunicacion/B-272006.pdf>
- CONAFOR. 2006b. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 34. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/nota.php?id=248>
- CONAFOR. 2006c. Silvicultura Comunitaria. ¿Qué es Silvicultura Comunitaria?. En: <http://www.conafor.gob.mx/portal/index.php?l1=14&l2=1>
- CONAFOR. 2006d. México Forestal. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. Número 30. <http://www.mexicoforestal.gob.mx/editorial.php?id=35&laPublicacion=31>
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2005. Estadísticas del Agua en México 2005. México.
- CONAPO (Consejo Nacional de Población). 2002. Proyecciones de la población de México, 2000-2050. México 2002. <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/00cifras/proy/0nacional.pdf>
- Conde, C., R. Ferrer and S. Orozco. 2006. Climate change and climate variability impacts on rainfed agricultural activities and possible adaptation measures. A Mexican case study. *Atmosfera* 19(3):181-194.
- Consultores en Energía, S. A. de C. V. 2006. Valoración de ecotecnologías en viviendas de interés social en Torreón, Coahuila y Mexicali, Baja California. Elaborado para el Instituto Nacional de Ecología por Consultores en Energía, S. A. de C. V. 2006.
- De Jong, B. H. J. y S. Ochoa G. 2003. Estudio del potencial de captura de carbono en cinco comunidades del municipio Tenosique, Tabasco. El Colegio de la Frontera Sur. Unidad Villahermosa. Tabasco, México.
- Eakin H., V. Magaña, J. Smith, J. L. Moreno, J.M. Martínez and O. Landavazo. 2006. A stakeholder driven process to reduce vulnerability to climate change in Hermosillo, Sonora, Mexico. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. En prensa.
- Etchevers, B. J. D., O. Masera, C. Balbontin, D. Gomez, A. Monterroso, R. Martinez, M. Acosta, M. Martinez and C. Ortiz. 2006. Soil carbon sequestration in Mexico and Central America (Biome A) (Chapter 7). In: Lal, R., C. C. Cerri, M. Bernoux, J. Etchevers and Eduardo Cerri (eds). Carbon sequestration in soils of Latin America. The Haworth Press, Inc. Pp. 119-146.
- Etchevers, B. J. D., C. M. Monreal, C. Hidalgo, M. Acosta, J. Padilla C., y R. Ma. López R. 2005. Proyecto Manejo Sustentable de Laderas. Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción en laderas. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, estado de México. 29 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina al año 2020. Informe Nacional. México. <http://www.fao.org/docrep/006/j2215s/j2215s00.HTM>

- FGRA-FBS (Fundación Gonzalo Río Arronte - Fundación Javier Barros Sierra) 2004. Prospectiva de la demanda de agua en México 2000-2030. México.
- FMI (Fondo Monetario Internacional). 2006. World Economic Outlook Database.
- Fregoso, A. y H. Cotler. 2005. Métodos utilizados para la detección de cambios de uso del suelo en bosque de manglar. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de manglar en México. Informe solicitado por la Subsecretaría de Planeación y Política Ambiental – SEMARNAT. México, D.F. 23 p.
- Goldemberg, J. 2001. "Energy and human well-being". Disponible en: <http://hdr.undp.org/publications/papers.cfm>
- González Ávalos, E., y L. G. Ruiz Suárez. 2006. Methane Conversion Factors from Cattle Manure in Mexico. *Atmósfera. (Aceptado para su publicación).*
- IEA (International Energy Agency). 2005. Key World Energy Statistics. pp. 48-57.
- Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE). 2005. Realización de mediciones de energía eléctrica en viviendas de interés social para el análisis de ahorros energéticos. Realizado para el INE por el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE).
- INE (Instituto Nacional de Ecología). 2006. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990-2002, México. *En prensa.*
- INE. 2004a: Evaluación de Modelos y Construcción de Capacidades para la Evaluación de la Vulnerabilidad al Cambio Climático. Informe elaborado por: Victor Magaña Rueda del CCA - UNAM para el Instituto Nacional de Ecología. 25 p.
- INE. 2004b: Fomento de Capacidades para la Etapa II de Adaptación al Cambio Climático en México, Centroamérica y Cuba. Estudio en desarrollo por el CCA-UNAM para el INE y el PNUD. <http://pembu.atmosfcu.unam.mx/~cambio/>
- INE. 2004c: Adaptación al Cambio Climático: Hermosillo, Sonora, Un Caso de Estudio. Informe desarrollado por Stratus Consulting, Inc., Universidad Nacional Autónoma de México y Colegio de Sonora para el INE, SEMARNAT y USEPA. Enero 2004. 66 p.
- INE. 2006a. Análisis de escenarios de cambio climático y vulnerabilidad de sectores clave en México y propuestas de adaptación. Estudio desarrollado por el CCA-UNAM. Informe de síntesis. 33 p.
- INE. 2006b. Análisis de posibles impactos del cambio climático en el sector energético mexicano. Estudio en desarrollo por el CCA-UNAM para el INE y el PNUD.
- INE. 2006c. Análisis del estado del cambio climático en eco-regiones de México, estudio de caso: especies selectas de vertebrados endémicos. Estudio desarrollado por: Instituto de Biología de la UNAM para el INE y el PNUD.
- INE. 2006d. Integrated National Adaptation Pilot: Strengthening the resilience of the coastal wetlands in the Gulf of Mexico to climate change (through improved water resource management). Proyecto en desarrollo por la UAM y el INE.
- INE. 2006e. Análisis de la Vulnerabilidad y Capacidad de Adaptación al Cambio Climático de los Sectores Hídrico y Agrícola en el Estado de Morelos. Estudio desarrollado por: Universidad Autónoma del Estado de Morelos para el Instituto Nacional de Ecología.
- INE. 2006f. Análisis de Posibles Impactos del Cambio Climático. Estudio de Caso Preliminar: Cancún, Quintana Roo. Estudio desarrollado por: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua para el Instituto Nacional de Ecología. Informe final 23 p.
- INEE. 2004. Instituto Nacional para la Evaluación de la Educación. Panorama educativo de México. Indicadores del sistema educativo nacional 2004. http://multimedia.ilce.edu.mx/inee/indicadores_2004.htm
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e informática). 2002. Carta de Uso de Suelo y Vegetación. Escala 1:250,000, México.
- INEGI, 2006a. Información geográfica. Ubicación de México en el mundo. <http://mapserver.inegi.gob.mx/geografia/espanol/datosgeogra/acercamexico/mexmun.cfm?c=153>
- INEGI, 2006c. Banco de Información Económica. México.
- INEGI. 2005. Síntesis metodológica de la estadística de vehículos de Motor Registrados en Circulación. México.
- INEGI. 2005b. Estadísticas ambientales. Agricultura. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mamb91&c=5897>
- INEGI. 2006. Producto Interno Bruto por Entidad Federativa. Consulta en el Banco de Información Económica (BIE). <http://dgcnesyp.inegi.gob.mx/?c=72>.

- INEGI. 2006b. Accesos Directos. Numeralia (Antes México en Cifras) <http://www.inegi.gob.mx/inegi/contenidos/espanol/acerca/inegi324.asp?c=324>
- INEGI. 2006d. Estadísticas ambientales. Residuos. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp?t=mamb57&c=5912>
- INEGI. 2006e. Estadísticas por tema. Estadísticas socio-demográficas. <http://www.inegi.gob.mx/est/default.asp?c=6284>
- INEGI. 2006f. Sistema de Cuentas Económicas y Ecológicas de México (SCEEM) 1999-2004. México.
- INE-IMTA. 2006. Posibles impactos del cambio climático en el sector turístico mexicano estudio de caso: Cancún, Quintana Roo. Ponencia presentada en el Taller sobre "Análisis de posibles impactos del cambio climático en Cancún, Quintana Roo". México, 13 de septiembre de 2006.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2000. IPCC Special Report. Emission Scenarios. Summary for Policymakers. 17 p.
- IPCC. 2001. Working Group II. *Climate Change 2001. Impacts, Adaptation and Vulnerability*. J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, F. J. Dokken, K.S. White (eds.). Cambridge University Press. 1,032 p.
- Knutson, T.R. and R.E. Tuleya. 2004: Impact of CO₂-induced warming on simulated hurricane intensity and precipitation: sensitivity to the choice of climate model and convective parameterization. *Journal of Climate*. 17:3477-3495.
- Krugman, H., and J. Goldemberg. 1983. The energy cost of satisfying basic human needs. *Technological Forecasting and Social Change*. 24(1):45-60.
- Liverman, D., and K. O'Brian. 1991. Global warming and climate change in Mexico. *Global Environmental Change*. 1(4):351-363.
- M2M - Actividades en México Avances y resultados. Subsecretaría de Fomento y Normatividad Ambiental. Reunión Bilateral de Cooperación en Cambio Climático. México, D.F. 24 de agosto de 2006
- Magdalena, M. 2005. Escenarios de emisiones y medidas de mitigación de gases de efecto invernadero en sectores clave (Transporte y Desechos). Elaborado para el Instituto Nacional de Ecología por el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).
- Martínez, J., y A. Fernández. 2004. Cambio climático: una visión desde México. INE/SEMARNAT (Instituto Nacional de Ecología/Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales). 525 p.
- Mckinley, G; M, Zuk, M, Hojer; M, Avalos, I. González; M. Hernández; R, Iniestra; I. Laguna; M. Martínez, P. Osnaya; L. Reynales; R. Valdes; J. Martínez. 2003. The Local Benefits of Global Air Pollution Control in Mexico City. INE. <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/cobeneficios.html>
- Mitchell, T.D., Carter, T.R., Jones, P.D., Hulme, M. and New, M.G. 2004. A comprehensive set of high-resolution grids of monthly climate for Europe and the globe: the observed record (1901–2000) and 16 scenarios (2001–2100) Tyndall Centre Working Paper No.55, Tyndall Centre, Norwich, UK, 30 p.
- Mongabay. 2006. Rainforests Information. <http://rainforests.mongabay.com/deforestation/2000/Mexico.htm>
- Moreira R. H. 2005. Perspectivas del uso de los hidrocarburos a nivel México. Ponencia dada en la Subcomisión para el Ahorro de Energía en Transporte. México. 14 de abril de 2005.
- Ordoñez Diaz, J. A. B, T. Hernández, E. González, L. G. Ruiz, A. Campos, J. Santiago, S. Pérez, C. Piña, N. Corona, M. Hernández, J. Gutiérrez y M. C. García. 2006. Obtención de factores de emisión nacionales en el sector agrícola para disminuir incertidumbre en el Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero. Instituto Nacional de Ecología. México, D.F.
- Ordóñez D., J. A. B. y T. Hernández. 2005. Inventario Nacional de emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990 – 2002: Sector Agricultura. Estudio elaborado para el Instituto Nacional de Ecología – Fundación México Estados Unidos para la Ciencia, A. C.
- PEMEX (Petróleos Mexicanos). 2006. Anuario Estadístico 2006. <http://www.pemex.gob.mx/index.cfm?action=content§ionID=2&catID=2624&subcatID=2633>
- PEMEX. 2006. Informe anual 2005. Seguridad, Salud y Protección Ambiental. México.
- Pérez González, C. M. 2005. Evaluación del potencial de captura de Carbono en Comunidades indígenas y campesinas del estado de Oaxaca. Servicios Ambientales de Oaxaca, A.C. México. 127 p.

- Peterson, A.T., V. Sánchez-Cordero, J. Soberón, J. Bartley, R.H. Buddemeier and A.G. Navarro-Sigüenza. 2001. Effects of global climate change on geographic distributions of Mexican Cracidae. *Ecological Modelling* 144:21-30.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2004. Elaboración de escenarios socioeconómicos para uso en evaluaciones de vulnerabilidad y adaptación. Nueva York, Estados Unidos. 48 p.
- PNUD. 2005. Informe sobre Desarrollo Humano: México 2004. México.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2001. El desarrollo del derecho ambiental latinoamericano y su aplicación. *Informe sobre los cambios jurídicos después de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Río 1992)*. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. México.
- PNUMA-SEMARNAT. 2004. Perspectivas del medio ambiente en México (GEO México 2004). México.
- Porrúa, E. M. 2006. Diseño de un plan de acción para promover la realización de inventarios e identificación de oportunidades para reducir las emisiones de gases de efecto de invernadero en la industria mexicana. Estudio elaborado para el Instituto Nacional de Ecología.
- Presidencia. 2005. Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006. Informe de ejecución 2005. <http://pnd.presidencia.gob.mx/index.php?idseccion=53#presentacion>.
- Presidencia. 2006a. Quinto Informe de Ejecución del Plan Nacional de Desarrollo.
- Presidencia. 2006b Quinto Informe de Gobierno. Resumen Ejecutivo. <http://quinto.informe.presidencia.gob.mx/index.php?idseccion=5>
- Presidencia. 2006c. Directorio Web del Gobierno Mexicano. <http://www.directorio.gob.mx/www.php?categoria=146>
- Presidencia. 2006d. Sexto Informe de Gobierno. <http://sexto.informe.presidencia.gob.mx/>
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2006. Reporte de actividades de la SAGARPA 2005 - 2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática.
- SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 2006. Reporte de actividades de la SCT 2005 - 2006 en materia de cambio climático. Primer Reporte Público Anual de Acción Climática
- SEDESOL (Secretaría de Desarrollo Social). 2005. Impacto de las políticas gubernamentales de precios, salarios, créditos y empleo, en las condiciones de vida de la población en situación de pobreza, marginación y vulnerabilidad. Reporte Primera Fase elaborado por el Centro de Investigación para el Desarrollo, A.C. para la SEDESOL. México, noviembre 2005. http://www.sedesol.gob.mx/transparencia/fraccionxv/Inf_Anual_CIDADAC_2005.pdf.
- SEGOB-CENAPRED (Secretaría de Gobernación – Centro Nacional para la Prevención de Desastres). 2006. Impacto Socioeconómico de los Ciclones Tropicales 2005. Ponencia presentada en el Taller sobre “Análisis de posibles impactos del cambio climático en Cancún, Quintana Roo”. México, 13 de septiembre de 2006.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2004. Cuarto Informe de Labores. México.
- SEMARNAT, 2006c. Política Ambiental Nacional para el Desarrollo Sustentable de Océanos y Costas de México. Estrategias para su conservación y uso sustentable. México. pp. 37.
- SEMARNAT. 2006a. Sexto Informe de Labores. México. pp. 169.
- SEMARNAT. 2006b. Sexto Informe de Labores. México. pp. 162.
- SEMARNAT. 2006. Reporte de actividades de la SEMARNAT 2005-2006 en materia de cambio climático, 1er Reporte Público Anual de Acción Climática, México, D. F. [en línea] [fecha de consulta: agosto de 2006]. Disponible en: <http://www.semarnat.gob.mx/spp/sppa/DOCUMENTOS/cclimatico/ENAC/docrespaldo/060717%20RPAACsemarnatfinal.pdf>
- SENER (Secretaría de Energía). 2002. Balance Nacional de Energía 2001. México.
- SENER. 2003. Balance Nacional de Energía 2002. México.
- SENER. 2005. Balance Nacional de Energía 2004. México.
- SENER. 2006. Prospectiva de Petrolíferos 2005-2014. México.
- SENER. 2006. Reporte de actividades de la SENER 2005 - 2006 en materia de cambio climático. 1er. Reporte Público Anual de Acción Climática.
- SFP (Secretaría de la Función Pública). 2004. *Lenguaje ciudadano: Un manual para quien escribe en la Adminis-*

- tración Pública Federal*. Segunda edición. Secretaría de la Función Pública, México, 2004, 80 p. En: <http://www.lenguajeciudadano.gob.mx>
- SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público). 2006.. Sexto Informe de Labores. http://www.apartados.hacienda.gob.mx/politica_economica/contenido/documentos/subtema9/informes_labores_sep2006.pdf
- SSA (Secretaría de Salud). Salud: México 2001. Información para la rendición de cuentas. México.
- SSA. 2004. La Salud y el Sistema de Atención. México, 2004. <http://evaluacion.salud.gob.mx/saludmex2004/capitulo1.pdf#search=%22Salud%20y%20el%20Sistema%20de%20Atenci%C3%B3n%22>.
- SSA. 2005. Comisión Nacional de Protección Social en Salud. Reporte No. 6. Indicadores de Resultados. Segundo semestre 2005. http://www.salud.gob.mx/transparencia/informes/segpopular/Informe_segundo_semestre2005.pdf.
- SSA. 2006. Información epidemiológica. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/infoepi/index.htm>.
- Stockwell, D. R. B. & D. Peters. 1999. The GARP modelling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science*, 13:143-158.
- UCM (Universidad de la Ciudad de México). 2004. Agua y Energía en la Ciudad de México. (Visión en 2004). Seminario Internacional del Agua ¿Bien privado o bien común?. México, D.F. 29 p.
- UIA (Universidad Iberoamericana). 2005. Desigualdad en Salud en México: un Análisis de sus Determinantes. <http://www.uia.mx/campus/publicaciones/>
- UNDP (United Nations Development Programme). 2005. Human Development Report 2005. Section: Human Development Indicators. pp. 211-371. <http://hdr.undp.org/reports/global/2005/>
- UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change). 2004. Informando sobre cambio climático. Manual del usuario para las directrices sobre comunicaciones nacionales de las Partes no-Anexo I de la CMNUCC. Climate Change Secretariat, Alemania. pp. 1.
- Veracruz. 2006. Información sobre entorno y población. Gobierno del Estado de Veracruz. En: http://portal.veracruz.gob.mx/portal/page?_pageid=113,3874561&_dad=portal&_schema=PORTAL .
- West, J; P. Osnaya, I. Laguna, J. Martinez, A., Fernández. 2003. Co-control of Urban Air Pollutants and Greenhouse Gases in Mexico City. INE. <http://www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/cobeneficios.html>
- Winkelman S. 2005. Introduction: International Convergences of Technologies and Standards? Center for Clean Air Policy. International Dialogue on Reducing Motor Vehicle Fuel Use and Greenhouse Gas Emissions. United Kingdom.
- WRI (World Resources Institute). 2005. Navigating the Numbers: Greenhouse gases and international climate change agreements. pp. 4.
- WRI/WBCSD. 2005. The Greenhouse Gas Protocol: The GHG Protocol for Project Accounting. Washington, D. C. USA.
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day. 2005a. Katrina y Rita: el fantasma ecológico permanece. Instituto Nacional de Ecología INE-SEMARNAT. http://www.ine.gob.mx/katrina_rita.html
- Yáñez-Arancibia, A. y J. W. Day. 2005b. Ecosistemas vulnerables, riesgo ecológico y el record 2005 de Huracanes en el Golfo de México y Mar Caribe. Instituto Nacional de Ecología INE-SEMARNAT. <http://www.ine.gob.mx/download/huracanes2005.pdf#search=%22Katrina%20y%20Rita%20Huracanes%22>

ANEXO

INVENTARIO NACIONAL DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO 2002-MÉXICO

		AÑO			
CATEGORÍA DE EMISIÓN	GAS GEI	EMISIONES DE CO ₂	ABSORCIONES DE CO ₂	CH ₄	N ₂ O
Total de emisiones nacionales		493,292.448	12,883.000	6,932.654	39.815
Energía	1	346,361.314		1,934.949	8.069
Consumo de combustibles fósiles	1A	345,364.954		121.330	8.069
Industria generadora de energía	1A1	152,469.364		1.136	0.807
Manufactura e industria de la construcción	1A2	51,025.368		3.811	0.576
Transporte	1A3	111,959.959		35.766	5.401
Otros sectores	1A4	29,910.264		80.618	1.285
Emisiones fugitivas de combustibles	1B	996.360		1,813.618	
Combustibles sólidos	1B1			66.439	
Petróleo y gas natural	1B2	996.360		1,747.179	
Procesos Industriales	2	47,069.138		3.620	0.360
Productos minerales	2A	30,618.698			
Industria química	2B	1,128.000		3.620	0.360
Producción de metales	2C	15,322.440		0.000	0.000
Otros procesos industriales	2D	0.000			
Producción de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2E				
Consumo de halocarbonos y hexafluoruro de azufre	2F				
Otros	2G				
Solventes y uso de otros productos	3				
Aplicación de pinturas	3A				
Tintorerías	3B				
Manufactura y procesamiento de productos químicos	3C				
Otros	3D				
Agricultura	4			1,841.980	24.079
Fermentación entérica	4A			1,779.375	
Manejo de estiércol	4B			54.974	0.020
Cultivo de arroz	4C			5.847	
Suelos agrícolas	4D				24.030
Quemas programadas de suelos	4E				
Quemas <i>in situ</i> de residuos agrícolas	4F			1.784	0.029
Otros	4G				
Cambio de uso de suelo y silvicultura	5	99,760.000	12,883.000	127.000	1.000
Cambios en existencia (inventario) de bosques y otra biomasa leñosa	5A	4,932.000			
Cambio de uso de suelo	5B	64,484.000		127.000	1.000
Captura por abandono de tierras	5C		12,883.000		
Emisiones y captura de CO ₂ del suelo	5D	30,278.000			
Otros	5E	66.000			
Residuos	6	101.996		3,025.106	6.307
Disposición de residuos sólidos en suelo	6A			1,664.791	
Manejo y tratamiento de aguas residuales	6B			1,360.315	6.292
Incineración de residuos	6C	101.996			0.015
Otros	6D				
Otras fuentes de emisiones	7				
Bunkers		1,602,443		0.994	0.043
Aviación internacional	1A3ai	1,486.632		0.986	0.042
Navegación internacional	1A3di	115.811		0.008	0.001
Emisiones de CO₂ por quema de biomasa		37,207.361			

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

Se terminó
de imprimir
en los talleres
SyG editores, S.A. de C.V.
en la Ciudad
de México durante el
mes de octubre
de 2006

Se tiraron
1000 ejemplares.

La Tercera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático demuestra el compromiso del gobierno de México por informar sobre los avances realizados en materia de mitigación y adaptación al cambio climático.

A cinco años de haber presentado la Segunda Comunicación, los logros alcanzados en el país en materia de elaboración de inventarios, de escenarios de emisiones, de proyectos de mitigación en el área energética y forestal, y en materia de adaptación al cambio climático son significativos. Lo mismo ocurre en el área de comunicación de la información, con la preparación de publicaciones científicas internacionales, libros y materiales educativos para niños y para el público en general, y un portal en internet con la información más reciente sobre el tema.

Esta Tercera Comunicación es resultado del esfuerzo del Comité Intersecretarial de Cambio Climático, coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través del Instituto Nacional de Ecología. Como en el caso de la Primera y Segunda comunicaciones, ésta contó con una amplia colaboración de centros e institutos de investigación del país y de organismos de la administración pública federal, como el Instituto de Investigaciones Eléctricas, el Instituto Mexicano del Petróleo y el Instituto Nacional de Salud Pública, que realizaron valiosas aportaciones.

El Gobierno de México presenta su Tercera Comunicación para contribuir a los propósitos de la Convención, como un testimonio del compromiso de nuestro país en materia de cambio climático.

