

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Instituto Nacional de Ecología



Avances de México
en materia de cambio
climático
2001-2002

Adrián Fernández y Julia Martínez (coordinadores)
Patricia Orzaya (compiladora)

AVANCES DE MÉXICO EN MATERIA
DE CAMBIO CLIMÁTICO 2001-2002

Primera edición: noviembre de 2003

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

COORDINACIÓN EDITORIAL, DISEÑO DE INTERIORES
Y TIPOGRAFÍA: Raúl Marcó del Pont Lalli
DISEÑO DE LA PORTADA: Álvaro Figueroa
FOTO DE LA PORTADA: Claudio Contreras
CORRECCIÓN DE ESTILO: Eduardo Chagoya Medina

363.7387972 Osnaya, Patricia

O753a

Avances de México en materia de cambio climático 2001-2002 / Patricia Osnaya
(compiladora); Adrián Fernández y Julia Martínez (coordinadores). INE-SEMARNAT,
México, 2003.

1. Cambio climático-México
2. Calidad del aire-Emisión de contaminantes
3. Contaminación atmosférica-Prevención y control
4. Fuentes primarias de energía
5. Política ambiental-México

Impreso y hecho en México

AVANCES DE MÉXICO EN MATERIA
DE CAMBIO CLIMÁTICO 2001-2002

Adrián Fernández y Julia Martínez
(coordinadores)

Patricia Osnaya
(compiladora)



ÍNDICE

CAPÍTULO 1. CONTEXTO NACIONAL • 7

Población	•	7
Generación de desechos	•	8
Economía	•	11
Industria	•	12
Transporte	•	13
Agricultura	•	14
Ganadería	•	15
Recursos hídricos	•	16
Aguas residuales	•	18
Recursos forestales	•	20
Deforestación	•	21
Recursos energéticos	•	21

CAPÍTULO 2. POLÍTICAS DE MITIGACIÓN • 27

Sector forestal	•	27
Sector energético	•	33

CAPÍTULO 3. INVESTIGACIÓN	•	55
Instituto Nacional de Ecología	•	55
Secretaría de Energía	•	56
Plan de Acción Climática en el Distrito Federal	•	75
Centro de Transporte Sustentable para la Ciudad de México	•	79
Captura de Metano en un Relleno Sanitario, Salinas Victoria, Nuevo León	•	78
Centros e Institutos de Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México	•	81
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey	•	85
Universidad de las Américas, Puebla	•	86
CAPÍTULO 4. ACTIVIDADES PARA LA SENSIBILIZACIÓN DEL PÚBLICO	•	89
Foros y talleres	•	87
<i>Gaceta ecológica</i> del INE	•	92
Sistema de información para la toma de decisiones y elaboración de comunicaciones nacionales en materia de cambio climático	•	92
CAPÍTULO 5. COOPERACIÓN INTERNACIONAL	•	95
México-Estados Unidos de América	•	95
México-Reino Unido	•	104
BIBLIOGRAFÍA	•	105

CONTEXTO NACIONAL

POBLACIÓN

México es una república federal formada por 31 entidades federativas y un Distrito Federal, mismos que están constituidos por 2,430 municipios y 16 delegaciones políticas, respectivamente. Existen 199,369 localidades en el país, de las cuales 178 cuentan con 50 mil o más habitantes; 2,863 localidades tienen entre 2,500 y 49,999 habitantes y en 196,328 localidades hay menos de 2,500 habitantes (CNA-SEMARNAT 2002). En el cuadro 1 se presenta la evolución de la población durante los últimos ocho años.

De acuerdo con el Consejo Nacional de Población (CONAPO 2000), la tasa de crecimiento demográfico en el 2000 fue de 1.4% y para el 2005 se prevé que sea de 1.2%. De mantenerse ésta, la población pasará de 99 millones a 106 millones en ese período. El Estado de México, que fue la entidad más poblada del país a mediados de los años noventa, mantendrá la primacía durante los próximos veinticinco años, al pasar de 12 millones de habitantes en 1995 a 18 millones en el año 2020. Este incremento de casi seis millones de personas –el mayor entre las entidades federativas– representará casi la quinta parte del aumento registrado en todo el país. En términos relativos, el mayor crecimiento se prevé en los estados de Quintana Roo,

CUADRO 1. POBLACIÓN NACIONAL, 1995-2002
(EN MILLONES DE HABITANTES)

AÑO	POBLACIÓN TOTAL	POBLACIÓN URBANA	POBLACIÓN RURAL
1995	91.2	67.0	24.2
1996	92.7	68.2	24.5
1997	94.3	69.3	25.0
1998	95.8	70.5	25.3
1999	97.3	71.6	25.7
2000	98.7	73.7	25.0
2001	100.1	74.7	25.4
2002	103.0	76.9	26.1

Fuentes: CNA-SEMARNAT 2003 y CONAPO 2002.

Aguascalientes y Baja California, que presentarán tasas de crecimiento medio anual de 4%, 3% y 3% respectivamente. La población en el Distrito Federal y Sinaloa crecerá a una tasa de 0.3%.

En un futuro previsible se espera que el envejecimiento de la población en todas las entidades se acentúe y hacia el año 2050, cuando se alcancen casi 132 millones de habitantes en el país, uno de cada cuatro formará parte de la tercera edad (CONAPO 2000).

GENERACIÓN DE DESECHOS

A medida que la población del país aumenta, la generación de desechos también crece. De acuerdo con un estudio publicado por la

Secretaría de Desarrollo Social en 1999 (*El Norte* 2002), la generación media nacional es de 865 gramos diarios por persona. El nivel más alto de generación lo tienen los habitantes de la Zona Metropolitana de Guadalajara (ZMG) con 1.5 kilogramos por habitante al día. El aumento en la generación de residuos obedece al cambio en los hábitos de consumo de los mexicanos, y a que los empaques plásticos se han vuelto casi indispensables. En el Distrito Federal se generan 12,000 toneladas diarias de basura –1.37 kilogramos por persona– (GDF 2002a). Según las fuentes generadoras, el 46.2% proviene de los hogares (residuos orgánicos en mayor porcentaje), 29% de los comercios, 15.2% de prestadores de servicios, 3.2% de giros especiales y 6.4% de otros. La capacidad de los rellenos sanitarios de esta entidad llegará al límite de su saturación en el corto plazo, lo que representa un problema grave para la ciudad y obliga a repensar en el mejor manejo integral de estos residuos. Algunas iniciativas individuales y de comunidades han permitido avanzar en ese sentido, promoviendo la separación, el reuso y el reciclaje de subproductos, así como el uso de la basura orgánica para composta, también se han buscado otras alternativas de degradación de esta materia, pero aún es muy limitada esta cultura y será necesario la búsqueda de mecanismos para su promoción.

El 10% de los residuos que se generan en el país, se reciclan; esta cifra no está tan alejada del nivel de reciclado en otros países, como Alemania o Estados Unidos de América, donde se logra aprovechar el 15% de lo que se tira (*El Norte* 2002). En la ZMG se recicla entre el 5 y 6%. Como resultado del incremento en el país de la disposición de los residuos en rellenos sanitarios, sin la recuperación de las emisiones y su consecuente escape a la atmósfera, las emisiones de meta-no se duplicaron de 1992 a 1998 (INE-SEMARNAT 2000). Además, no se considera el riesgo que representa enterrar elementos con sus-

tancias peligrosas, tales como pilas, baterías, medicinas caducas, envases de plaguicidas, solventes o pinturas. Estos son clasificados como residuos municipales peligrosos, y muchas veces son manejados por los recolectores de manera inadecuada, lo que puede provocar daños a su salud.

Las emisiones de bióxido de carbono (CO_2) y óxido nitroso (N_2O) provenientes de la incineración de residuos peligrosos mostraron un crecimiento significativo a partir de 1994. La contribución de estos gases al inventario nacional no es significativa, pero localmente puede tener impactos importantes, sobre todo las emisiones de N_2O .

CUADRO 2. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO
POR DESECHOS (GG/AÑO)

AÑO	RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES* CH_4s	INCINERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS	
		CO_2	N_2O
1992	1,055.5	---	---
1994	1,038.7	3.4	0.0005
1996	1,6778.2	15.3	0.0022
1998	1,981.1	631.7	0.09

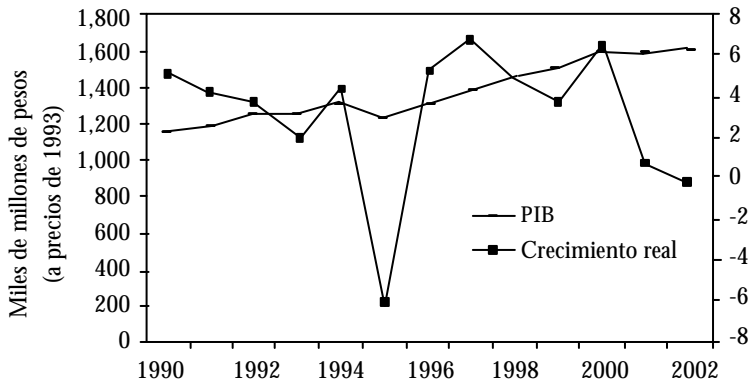
* Se consideran los tiraderos a cielo abierto.

Fuente: INE-SEMARNAT 2000.

ECONOMÍA

Después de sufrir un proceso de contracción durante la mayor parte de 2001, el ciclo de la economía mexicana entró a principios de 2002 en una fase de recuperación. Sin embargo, esta nueva etapa ha carecido de la fortaleza suficiente para que amplios sectores de la población perciban una mejoría significativa en sus estándares de vida (SHCP 2003). El Producto Interno Bruto (PIB) con impuestos fue de 5,830 y 6,153 miles de millones de pesos corrientes en 2001 y 2002, respectivamente. Para este último año, dicho indicador se distribuyó como sigue: 4% del sector agropecuario; 25% del industrial (la industria manufacturera aportó el 72%); 19% del sector comercial, restaurantes y hoteles; 10% de transporte y comunicaciones y 42% de servicios y actividades financieras (INEGI 2003a).

FIGURA 1. EVOLUCIÓN DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO
Y SU CRECIMIENTO REAL, 1990-2002
(MILES DE MILLONES DE PESOS A PRECIOS DE 1993)



CUADRO 3. MARCO MACROECONÓMICO DE MÉXICO 1996-2002

INDICADOR	1996	1997	1998	1999	2000	2001*	2002*
PIB (MMP DE 1993)**	1,293.9	1,381.8	1,451.4	1,503.9	1,603.8	1,598.8	1,609.7
PIB (MMP CORIENTES)	2,529.9	3,179.1	3,848.2	4,599.4	5,497.4	5,830.1	6,152.8
CRECIMIENTO REAL (%)	5.1	6.8	5.0	3.8	6.6	-0.6	-0.2
INFLACIÓN	41.6	19.2	12.2	17.1	10.9	5.6	4.5

* Cifras preliminares. ** Miles de millones de pesos.

Fuentes: SHCP 2002 e INEGI 2003a.

INDUSTRIA

El PIB industrial fue de 1,434 y 1,486 miles de millones de pesos corrientes, en el 2001 y 2002, respectivamente (INEGI 2003a). El ciclo de las actividades industriales inició una fase recesiva con una mayor profundidad que la del ciclo de las actividades de los servicios (SHCP 2003). La actividad industrial, al estar más vinculada al mercado externo, enfrentó primero y de forma más prolongada los embates de la desaceleración económica de los Estados Unidos de América. Entre las divisiones que conforman la actividad industrial también se registró un comportamiento asimétrico. La división que sufrió la contracción más

severa fue la de manufacturas con un crecimiento de -1.3% en 2002, mientras que el PIB de la construcción y de la electricidad, crecieron 0.3 y 0.2% , respectivamente (Presidencia de la República 2002).

TRANSPORTE

El PIB del sector ascendió a 596 y 628 miles de millones de pesos corrientes, en 2001 y 2002, respectivamente (10.2% del PIB total nacional) (INEGI 2003a). El subsector transporte y almacenamiento contribuyó con el 69% , mientras que el resto lo aportó el de comunicaciones. La carga movilizada se concentró principalmente en el transporte carretero (56%), seguido del marítimo (34%), el ferroviario (10%) y aéreo (menos de 0.1%). El 84% de la inversión pública federal del sector se destinó principalmente a la construcción, modernización y mantenimiento de las carreteras. Para el mismo año, la infraestructura del sector incluía 340,277 kilómetros de carreteras, 26,655 kilómetros de vías férreas, 97 puertos marítimos y 11 fluviales, así como 85 aeropuertos (28 nacionales y 57 internacionales) y 1,128 aeródromos. El número de vehículos que circularon a diario por las carreteras de cuota, en el 2001, fue de 736,858, mientras que en el 2000 fue de 690,066 vehículos (Presidencia de la República 2002).

El transporte público federal movilizó 2,713 millones de personas así como una carga de 409 millones de toneladas, lo que representó un incremento de 3.8% con respecto a 1999. Estas operaciones se realizaron en 60,788 vehículos para pasajeros y 388,320 unidades para carga. Respecto a la operación ferroviaria se transportaron 242,000 personas y una carga de 74 millones de toneladas. El número de pasajeros transportados en aeronaves ascendió aproximadamente a 34 millones (más del 50% fueron nacionales y el resto internacional), la carga transportada ascendió a 351 mil toneladas, principal-

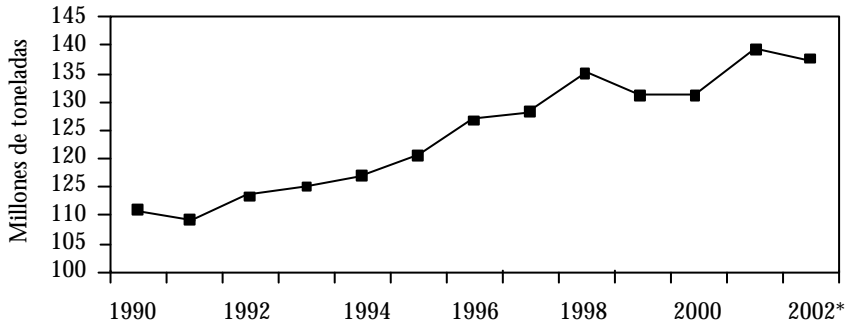
mente de servicio internacional. Finalmente, se transportaron 244 millones de toneladas de carga por la vía marítima.

AGRICULTURA

De acuerdo con estimaciones oficiales, cerca de 18 millones de personas se ocuparon en actividades agropecuarias en 2001, lo que representó el 18% de la población total nacional, cifra menor a los 20 millones de personas en 1998 (Presidencia de la República, 2002). El PIB del sector agropecuario, silvícola y pesquero fue de 220 y 226 mil millones de pesos a precios corrientes en 2001 y 2002 respectivamente, y representó el 4% del PIB total nacional. Para el 2002, el PIB del sector se distribuyó como sigue: 65% de agricultura; 27% de ganadería; 5% de silvicultura y 3% de pesca (INEGI 2003a).

La producción del subsector agrícola en el 2001 fue de 140 millones de toneladas de productos agrícolas (25 millones de toneladas de granos básicos; un millón de toneladas de oleaginosas, siete millones de toneladas de granos como la cebada y el sorgo; 14 millones de toneladas de productos frutícolas; ocho millones de toneladas de productos hortícola y 85 millones de toneladas de cultivos cíclicos y perennes como el café, la alfalfa y la avena, entre otros). La participación de los granos básicos en la producción total disminuyó, mientras que la de los productos frutícolas aumentó. También se producen mayores volúmenes de otros productos de gran valía; por ejemplo, las hortalizas representaban el 15% del valor de la producción agrícola nacional en 1991 y ahora representan el 20% (Presidencia de la República, 2002). Los granos básicos han reducido su participación con respecto al valor total del sector, - pero no su producción en toneladas-. La evolución del volumen de la producción agrícola se muestra en la figura 2.

FIGURA 2. PRODUCCIÓN AGRÍCOLA EN MÉXICO 1990-2002
(MILLONES DE TONELADAS)



* Estimado.

Fuente: elaboración propia con base en Presidencia de la República 2002.

GANADERÍA

El subsector pecuario aportó el 27% del PIB del sector agropecuario, silvícola y pesquero. La producción pecuaria en 2001 fue de casi cinco millones de toneladas de carne en canal de las diferentes especies; 10 millones de litros de leche de bovino; 882 mil toneladas de huevo. Con relación al año 2000, se tuvieron incrementos de 5%, 2% y 5% respectivamente para los mismos productos. Para el primer semestre de 2002 la producción pecuaria total de carne en canal fue de 4.6 millones de toneladas (Presidencia de la República 2002).

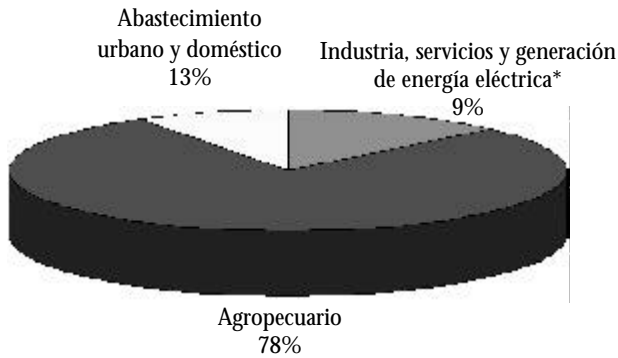
RECURSOS HÍDRICOS

La disponibilidad natural media anual de agua potable *per cápita* fue de 4,841 m³/hab y 4,685 m³/hab, en 2000 y 2001 respectivamente (CNA-SEMARNAT 2002 y 2003). México ya se encuentra entre los países con disponibilidad baja de agua; en Canadá, por ejemplo, se tienen 99,700 m³/hab y en Argentina 29,100 m³/hab. Entre las variaciones regionales se destaca que la disponibilidad natural de agua per cápita en el sureste es siete veces mayor a la del centro, norte y noroeste (Salmones 2003). En la región Lerma-Santiago-Pacífico la precipitación media histórica en el período de 1941-2001 fue de 981 mm, mientras que la extracción total bruta de agua en 2001 fue de 13,816 km³; en la región Valle de México la precipitación media histórica para el mismo período fue de 767 mm y la extracción en 2001 fue de 4,784 km³ y en la región Frontera sur la precipitación anual fue de 2,320 mm y la extracción fue de 1,553 km³. Con base a lo anterior, el grado de presión sobre el recurso hídrico (definido como la extracción total anual/ disponibilidad natural), fue de 126% en el Valle de México; 97% en la Península de Baja California y 1% en la región Frontera sur. La extracción total bruta de agua fue de 72.56 km³ en 2001, principalmente de origen superficial (CNA-SEMARNAT 2003). El sector agrícola fue el principal consumidor, como se puede observar en la figura 3.

El volumen almacenado por los siete principales lagos en México durante el 2001 disminuyó a 6.5 millones de km³ (3.5% menos que en 1998). Existen además 4,500 presas que almacenaron en total 150 km³. El agua proveniente de las presas La Angostura, Malpaso, Infiernillo, Temascal, Aguamilpa y La Amistad, se utilizó principalmente para generar energía eléctrica.

En lo referente a las aguas subterráneas, la Comisión Nacional del Agua (CNA-SEMARNAT 2003) ha definido cerca de 654 acuíferos dis-

FIGURA 3. CONSUMO CONSUNTIVO DE AGUA EN MÉXICO, 2001



Uso consuntivo: volumen de agua de una cantidad determinada que se consume al llevar a cabo una actividad específica, el cual se determina como la diferencia del volumen de una calidad determinada que se extrae, menos el volumen de una calidad también determinada que se descarga.

* Excepto hidroeléctricas.

1 km³= 1,000 millones de m³.

tribuidos en el territorio nacional, de los cuales 97 están sometidos a sobreexplotación. Dichos acuíferos suministran aproximadamente el 50% de la extracción nacional para todos los usos. Debido a la sobreexplotación, la reserva de agua subterránea disminuye a un ritmo de casi 8 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.

AGUAS RESIDUALES

Con el aumento continuo de la población y de la actividad industrial, se presentan conflictos por la competencia en el uso del agua entre los distintos sectores, las áreas urbanas y rurales, ciudades y estados vecinos. La extracción excesiva de los acuíferos y el incremento de la contaminación de los mismos, agravan el ya de por sí serio problema de la escasez del agua. En estados como Campeche la densidad de población es de 12 hab/km² (CONAPO 1998) y cada persona dispone de 25,840 m³ anuales (Salmones 2003). Sin embargo el Distrito Federal y el Estado de México, que tienen una densidad de 5,634 hab/km² y 6,111 hab/km², presentan la disponibilidad de agua más baja del país, 190 m³/hab. Otros factores que agudizan el problema de disponibilidad del recurso son la falta de mantenimiento de las redes de distribución lo que ocasiona fugas hasta del 32%, así como el uso de agua potable es numerosos procesos que requieren de agua de menor calidad, por ejemplo, en el riego de áreas verdes, procesos industriales y agua para sanitarios (GDF 2002a).

Es necesario que las redes de distribución tengan cantidades aceptables de aparatos de medición, instrumentación y automatización para evitar las grandes fugas de agua. Asimismo, se deberá subsanar el rezago importante en el mantenimiento de la infraestructura, que contrasta con la creciente exigencia social para aumentar la distribución del recurso. En el Distrito Federal por ejemplo, en el primer semestre del 2002, se avanzó en la detección de 2,417 fugas no visibles, la reparación de 723 fugas en la red secundaria y de 4,006 en tomas domiciliarias; se sustituyeron 100 kilómetros de tubería en la red secundaria, así como 225 válvulas, logrando recuperar un caudal aproximado de 197 litros por segundo (GDF 2002b).

Los futuros suministros de agua ya no serán producto del desarrollo de ambiciosos proyectos de extracción y distribución sino de la

conservación, el reciclaje, la reutilización y la eficiencia en el uso del agua (Salmones 2003). Lo anterior generará mayores emisiones de metano en las nuevas plantas de tratamiento, ante lo cual se deberán adoptar soluciones para mitigarlas desde el diseño de las nuevas plantas. En 2001, los centros urbanos generaron 8 km³ (252 m³/s) de aguas residuales, el 20% recibió tratamiento y el resto se colectó en el alcantarillado. A su vez, la industria generó 5 km³ (171 m³/s), de los cuales el 10% fueron tratados para su reuso (CNA-SEMARNAT 2002).

De acuerdo con el Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero (INE-SEMARNAT 2000), el incremento en las emisiones de metano generadas por el tratamiento de aguas residuales municipales en el período de 1992 a 1998 fue bajo (10.7%), debido a la instalación de nuevas plantas de tratamiento del tipo aerobio. En el caso del tratamiento de las aguas industriales, las emisiones de metano generadas aumentaron en 40% para el mismo período, a pesar de que en 1994 se tenían registradas 177 plantas de tratamiento y en 1998 se incrementaron hasta 1,354 plantas. El 70% de las plantas operan fuera de las especificaciones que les han sido fijadas. La mayoría de estas plantas operan con procesos aerobios, y un proceso aerobio deficiente produce metano.

CUADRO 4. EMISIONES DE METANO GENERADAS POR EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (Gg CH₄/ AÑO)

RESIDUO	1992	1994	1996	1998
Aguas residuales municipales	499.0	525.5	546.73	552.4
Aguas residuales industriales	601.1	626.1	714.2	829.2

Fuente: INE-SEMARNAT 2000.

RECURSOS FORESTALES

La superficie forestal (bosques y selvas) registrada en el país es de poco más de 48 millones de hectáreas (ha), las cuales corresponden al 28% de la superficie vegetal nacional (INEGI 2003b).

La producción forestal maderable alcanzó más de 9 millones de m³ en rollo en el 2000, elaborándose de manera importante la escudría y celulosa. El consumo nacional aparente fue de 16 millones de m³ rollo, lo cual significó un aumento de 0.4% respecto al año anterior. La producción nacional destinada al consumo interno respecto al consumo nacional aparente fue del 46 % en el 2001 (Presidencia de la República 2002).

CUADRO 5. SUPERFICIE FORESTAL REGISTRADA EN 2002
(MILLONES DE HA)

FORMACIÓN	SUPERFICIE
Bosque	28.3
Selva	19.9
Matorral	46.8
Pastizal	8.3
Otros tipos de vegetación	13.5
Agricultura de temporal	20.4
Agricultura de riego	8.3
Total de agricultura	28.7

FUENTE: INEGI 2003b.

El total de la superficie afectada por los incendios ascendió a casi 236,000 ha; 101,555 ha de pastizales, 40,475 ha de bosques y 94,285 de otro tipo de superficie. Por otro lado, se reforestaron poco más de 225,000 ha de superficie forestal. El número de áreas protegidas (parques nacionales, reservas de la biosfera y monumentos naturales) fue de 148 en 2002 (INEGI 2003b).

DEFORESTACIÓN

A través del análisis de imágenes de satélite de la vegetación y uso del suelo en todo el territorio nacional, al comparar los años 1993 y 2000, se logró determinar una pérdida total de la cobertura forestal de 8 millones de hectáreas, lo que se traduce en una tasa anual de deforestación mayor a un millón de hectáreas. De acuerdo con la SEMARNAT (2001) estos datos constituyen una herramienta básica para planificar la política ambiental en materia forestal y para reorientar las políticas de fomento de los sectores productivos del país.

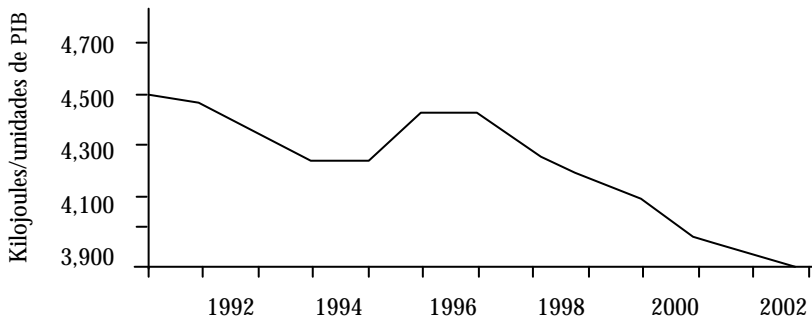
RECURSOS ENERGÉTICOS

En el sector de la energía en México, la intensidad energética, que indica la cantidad de energía que se requiere para producir un peso de PIB calculado a precios de 1993, se ubicó en 4,003.7 y 3,894.4 kilojoules en el 2001 y 2002 respectivamente (SENER 2002a y SENER 2003a). Es importante resaltar que el valor observado durante el año 2002 es el más bajo de los últimos 20 años, reafirmando la tendencia de generar cada vez más producto con menos energía y por tanto con menores emisiones de gases de efecto invernadero (figura 4).

El consumo *per cápita* de energía fue de 61.5 millones de kilojoules en 2002, 5.7% menos que en el 2000. El consumo nacional de ener-

gía en el 2002 decreció 2.5% respecto al 2000 y alcanzó la cifra de 6,276.3 petajoules, de los cuales el 38% se destinó al propio sector energético y 62% al consumo final. Esta disminución se asocia tanto al menor nivel de actividad económica (el PIB creció -0.2%), como a la mayor intensidad en el uso de la energía observadas en dicho año (SENER 2003a).

FIGURA 4. INTENSIDAD ENERGÉTICA 1965-2000
(KJ POR UNIDAD DE PIB)

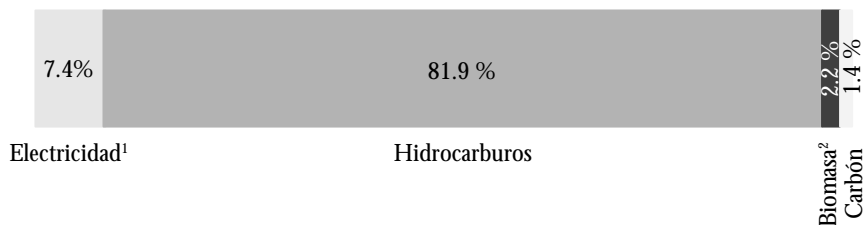


Fuente: SENER 2003a.

La producción de energía primaria se constituyó principalmente por hidrocarburos, seguido por la electricidad primaria, la biomasa y el carbón, como se observa en la figura 5.

De acuerdo a la información proporcionada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la hidroenergía, geoenergía y energía eólica decrecieron entre 2000 y 2001 en 14.7, 6.4 y 14.5% respectivamente. Sin embargo, de acuerdo a lo señalado por la Asociación Nacional de

FIGURA 5. DISTRIBUCIÓN PORCENTUAL DE LA OFERTA TOTAL GLOBAL DE ENERGÍA POR TIPO DE COMBUSTIBLE EN EL AÑOS 2000



1. Incluye hidroenergía, nucleenergía, geoenergía y energía eólica.

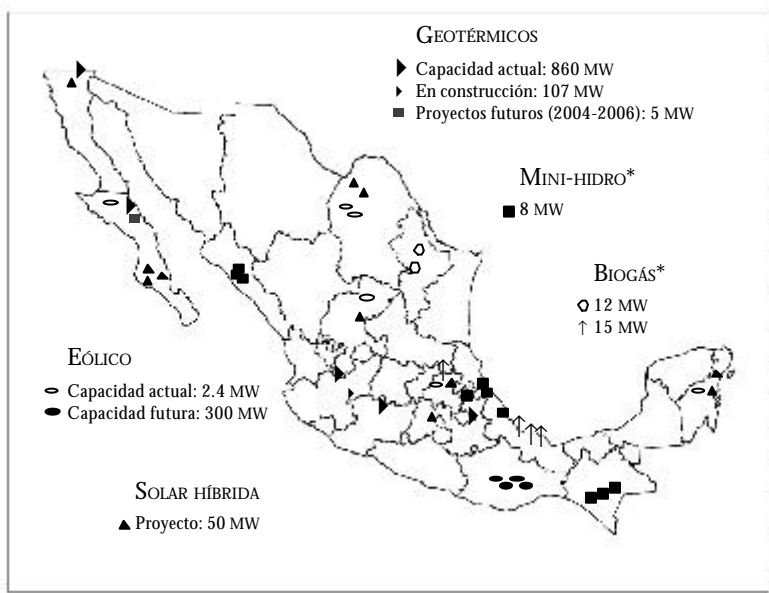
2. Incluye leña y bagazo de caña.

Fuente: SENER 2003a.

Energía Solar (ANES), las fuentes no públicas –sin CFE– asociadas al aprovechamiento de la radiación solar y viento totalizaron en el 2001, 2.2 petajoules, reflejando un crecimiento del 19.1% con relación a 1.9 petajoules del año 2000 (SENER 2003). La figura 6 presenta la situación actual y futura de las energías renovables en el país.

En la pasada Cumbre Mundial para el Desarrollo Sustentable, realizada en Johannesburgo, Sudáfrica, en agosto de 2002, la delegación mexicana manifestó que la energía debe ser considerada como un tema transectorial, con impacto en los patrones de consumo y producción, en el deterioro ambiental y en el acceso a servicios básicos; e insistió en que por su impacto global es urgente que todos los países se comprometan de manera responsable con el Protocolo de Kioto y se asuma como un marco general para regular el impacto ambiental global de la energía (SEMARNAT 2003a). Se consideró que el acceso a la energía, la eficiencia energética y la energía renovable y limpia son elementos cen-

FIGURA 6. ENERGÍAS RENOVABLES: SITUACIÓN ACTUAL Y FUTURA



Capacidad total de energías renovables: 10,906 MW.
 Hidroenergía: 9,619 MW. Geotérmico: 838 MW. Biomasa: 401 MW.
 Potencial adicional de capacidad de energías renovables: 17,000 MW.
 * Incluye capacidad instalada, en construcción e iniciada.

Fuente: Sener 2002b.

trales del desarrollo sustentable. También se manifestó que en nuestro país se genera cada vez más PIB, con menores consumo energía y generación de emisiones. De igual manera, se expresó la necesidad de elaborar un mandato claro de la Cumbre a favor de las energías renovables y de un uso más limpio de la energía. En este sentido, la delegación mexicana se pronunció a favor de la inclusión de una meta del 15% de uso de energías renovables en la mezcla energética global, así como en

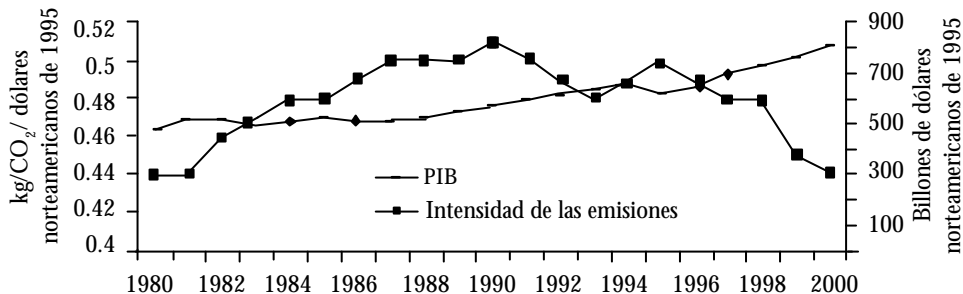
una reducción sustantiva en el uso de la biomasa tradicional (leña y estiércol), como un compromiso vinculado al combate de la pobreza.

El consumo energético de los sectores y subsectores presentó una evolución diferenciada entre 2000 y 2001. El consumo del conjunto del sector residencial, comercial y público creció en 0.7%, e individualmente lo hicieron en 0.4, 2.9 y 1.7%, respectivamente (SENER 2002a). Mientras que el del sector transporte decreció en 0.9%, los consumos de los subsectores del transporte eléctrico y autotransporte crecieron en 3.2 y 0.1% respectivamente; decreciendo el marítimo, ferroviario, aéreo en 19.8, 8.4 y 1.9% respectivamente. Los consumos de energía del sector agropecuario e industrial decrecieron en el 2001 respecto del 2000 en 4.4 y 8.5% respectivamente. En la industria se utilizan cada vez más energéticos alternos como el licor negro en la producción de celulosa y papel; el biogás en la rama de la cerveza y malta; las llantas usadas, en procesos no contaminantes de la producción de cemento. En estos casos, a excepción del licor negro, se observan crecimientos en sus consumos entre el año 2000 y 2001.

Por otra parte, el consumo de gas natural comprimido en el sector transporte durante el año 2001 fue equivalente a 0.5 petajoules, superior en 132.7% al consumo de 0.2 petajoules en el 2000. La cifra es poco significativa respecto al total de los carburantes consumidos por el sector transporte. La tasa de crecimiento de las emisiones de CO₂ del sector energético sigue una tendencia decreciente.

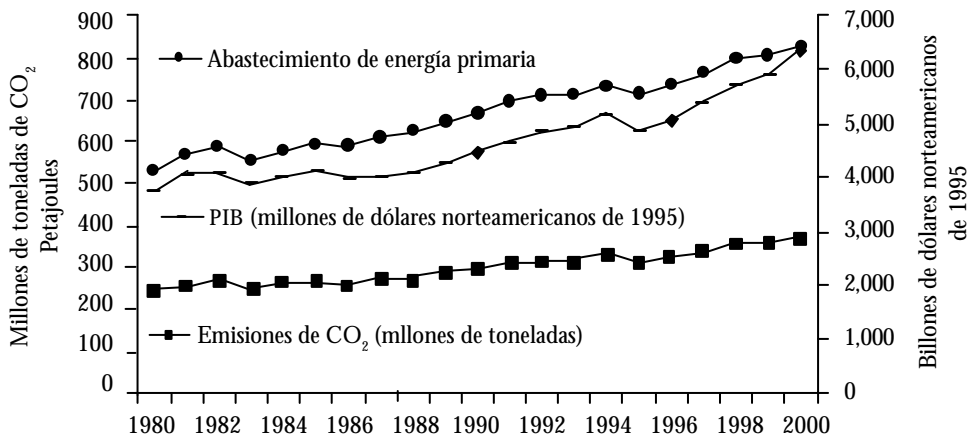
Las emisiones del sector se han desligado del crecimiento del PIB, como se muestra en la figura 8 (en la página siguiente).

FIGURA 7. INTENSIDAD DE EMISIONES, 1980-2000



Fuente: elaborada por la SENER con información de IEA-OECD 2002.

FIGURA 8. CRECIMIENTO DEL ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA PRIMARIA, PIB Y DE LAS EMISIONES DE CO₂



Fuente: misma de la gráfica anterior.

POLÍTICAS DE MITIGACIÓN

SECTOR FORESTAL

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) fue creada el 4 de abril del 2001, como un organismo público descentralizado de la SEMARNAT. Su objetivo es desarrollar, favorecer e impulsar las actividades productivas, de conservación y restauración en materia forestal así como participar en la formulación de planes y programas y en la aplicación de la política de desarrollo forestal sustentable (CONAFOR-SEMARNAT 2002a). Al respecto la Comisión instrumenta las siguientes acciones:

- I. Programa para el Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales (PRODEPLAN), a través del cual se da impulso a éstas con fines comerciales para: la generación de empleo, promover los servicios ambientales, incentivar los usos más rentables de la tierra, aumentar la captura y retención del carbono y para disminuir la presión sobre los bosques naturales.
- II. Programa para el Desarrollo Forestal (PRODEFOR), que apoya el fomento de la productividad y el manejo sustentable del bosque natural, para mejorar la calidad de vida de las comunidades y el uso diversificado de los ecosistemas.

- III. Proyecto de Conservación y Manejo Sustentable de los Recursos Forestales (PROCYMAF) en México, es un proyecto financiado parcialmente por el Banco Mundial que tiene como objetivo instrumentar la estrategia de manejo forestal sustentable descrita en el Plan Nacional Forestal 2002-2006 y en el Programa Estratégico Forestal para México 2025, a través del impulso de esquemas para: (i) mejorar el aprovechamiento y conservación de recursos naturales por parte de comunidades y ejidos forestales y (ii) generar y aumentar las opciones de ingresos de los propietarios con base en sus recursos forestales. La organización Forest Stewardship Councils realiza la certificación de las hectáreas involucradas en este proyecto.
- IV. Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), que apoya la restauración de ecosistemas forestales y de suelos a través de la reforestación, con procesos de calidad.
- V. Programa de conservación y restauración del suelo. El programa incluye la protección y restauración de superficies degradadas o erosionadas a causa de la deforestación.
- VI. Investigación y desarrollo. El Fondo Sectorial CONAFOR-CONACYT se creó en 2002 para apoyar la investigación y el desarrollo tecnológico forestal.
- VII. Fondo Forestal Mexicano. Se trata de un organismo privado con fuentes públicas y privadas, que tendrá como objetivo facilitar el financiamiento y el fortalecimiento productivo de los actores del sector forestal. En él participarán el Gobierno Federal, organismos de la sociedad, académicos, productores y especialistas. Este Fondo iniciará operaciones el primer trimestre de 2003 y buscará:
- Reactivar el crédito de la banca privada y comercial.
 - Formar una cartera de proyectos y apoyar a los estratégicos y productivos.

- Fortalecer la capacidad empresarial de propietarios del bosque, prestadores de servicios técnicos forestales, micro y pequeños empresarios.
- Promover y fortalecer las cadenas productivas.
- Promover los servicios ambientales.

VIII. Ley General para el Desarrollo Forestal Sustentable. El documento fue aprobado por unanimidad en el Senado de la República en noviembre de 2002. Corresponde a la Cámara de Diputados revisar y en su caso aprobar esta nueva Ley, que dará mayor certidumbre al sector forestal. Los objetivos generales de la Ley son:

- a. Contribuir al desarrollo social, económico, ecológico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales, así como de las cuencas y ecosistemas hidrológico-forestales, sin perjuicio de lo previsto en otros ordenamientos (CONAFOR-SEMARNAT 2002b).
- b. Impulsar la silvicultura y el aprovechamiento de los recursos forestales, para que contribuyan con bienes y servicios que aseguren el mejoramiento del nivel de vida de los mexicanos, especialmente de los propietarios y pobladores de las comunidades forestales.
- c. Desarrollar los bienes y servicios ambientales y proteger, mantener y aumentar la biodiversidad que brindan los recursos forestales.
- d. Promover la organización, capacidad operativa, integración y profesionalización de las instituciones públicas de la Federación, estados, distrito federal y municipios, para el desarrollo forestal sustentable.
- e. Respetar el derecho al uso y disfrute preferente de los recursos forestales de los lugares que ocupan y habitan las comunidades indígenas, en los términos del artículo 2 fracción VI de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y demás normatividad aplicable.

IX. Acuerdos internacionales. La CONAFOR participó en diversos foros, coordinados por organismos internacionales, en los que México ha asumido compromisos de elaboración de inventarios y de estudios de mitigación en el área forestal, durante 2002. En cumplimiento con las estrategias señaladas en el Programa Estratégico Forestal para México 2025 (PEF) y el Programa Nacional Forestal 2001-2006 (PNF), la Comisión participa con el fin de contribuir al mejoramiento del manejo forestal, entre los organismos destacan:

- . USAID – Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional.
- . USFOREST - Servicio Forestal de Estados Unidos.
- . USDA - Departamento de Agricultura de Estados Unidos.
- . CMNUCC - Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP 8)
- . COFAN - Comisión Forestal de América del Norte
- . COFLAC - Comisión Forestal para América Latina y el Caribe
- . IITO - Organización Internacional de Maderas Tropicales
- . Fondo de carbono, Banco Mundial.

En el cuadro 6 se presentan las metas programadas de la Comisión y su porcentaje de avance en 2002.

CUADRO 6. AVANCES DE LOS PROGRAMAS DE LA COMISIÓN NACIONAL FORESTAL-SEMARNAT EN 2002*

METAS	AVANCE FÍSICO	%
1. Incorporar 2,380,000 ha al manejo forestal (PRODEFOR-PROCYMAF)	2,976,864	125
2. Financiar el desarrollo de 89,000 ha de plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN)	96,749	109
3. Fomentar la certificación de 200,000 ha en todo el país (PRODEFOR-PROCYMAF)	126,496	63
4. Iniciar la operación de tres cadenas productivas en el país	2	67
5. Reforestar 210,000 ha (PRONARE)	204,011	97
6. Ejecutar obras de restauración de suelos en 30,000 ha con deterioro moderado y severo	20,245	67
7. Ejecutar trabajos de prevención en suelos en un millón de ha con nivel de deterioro ligero	286,478	29
8. Constituir y operar el Fondo Forestal Mexicano	Inicia el primer trimestre de 2003	
9. Cumplir con nueve convenios y compromisos internacionales	12	133
10. Lograr la aprobación del Congreso de la Unión de la Ley Forestal	Aprobada por el Senado	
11. Formular 13 programas operativos hidrológico forestales en el ámbito regional, con base en los programas estratégicos nacionales del bosque y el agua	Seis en proceso	70
12. Iniciar 60 proyectos de investigación	45	75
13. Iniciar 13 proyectos de desarrollo tecnológico	15	115

* Porcentaje de avance entre lo programado y lo realizado al 31 de octubre de 2002.

FUENTE: CONAFOR-SEMARNAT 2002a.

En la pasada cumbre mundial realizada en Johannesburgo, Sudáfrica en, 2002, la delegación mexicana presentó dos proyectos de desarrollo forestal sustentable (SEMARNAT 2003a), los cuales fueron bien recibidos por la comunidad internacional:

1. Manejo forestal sustentable y aprovechamiento de los productos no maderables, de la comunidad Purépecha de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

La comunidad ha incrementado la superficie forestal de 11,000 a 12,300 ha en los últimos años, al mantener un equilibrio ecológico y un bienestar económico. Sus productos, muebles y molduras, entre otros, se venden en el mercado nacional y el internacional y recibe apoyos de fundaciones privadas nacionales e internacionales, así como de la Comisión Nacional Forestal.

2. Producción sustentable de café orgánico por las comunidades locales de Chiapas.

El proyecto de desarrollo sustentable y protección ambiental Café de La Selva, que reúne a 1,250 familias indígenas en 42 comunidades, fue nominado por la Organización de Naciones Unidas como finalista para hacerse acreedor al Premio Ecuador 2002 Mundial (PNUD 2003). La organización de cafeticultores ha sustituido los insecticidas y fertilizantes químicos por productos de origen orgánico en 2,400 ha de zona selvática, y también ha sembrado cientos de cedros rojos y otros árboles, para mantener el ambiente de sombra que necesita el café, además de proteger el hábitat de la fauna silvestre. Con la adopción de técnicas certificadas, los agricultores han podido controlar la erosión, limitar la contaminación de la tierra y producir café de elevada calidad.

SECTOR ENERGÉTICO

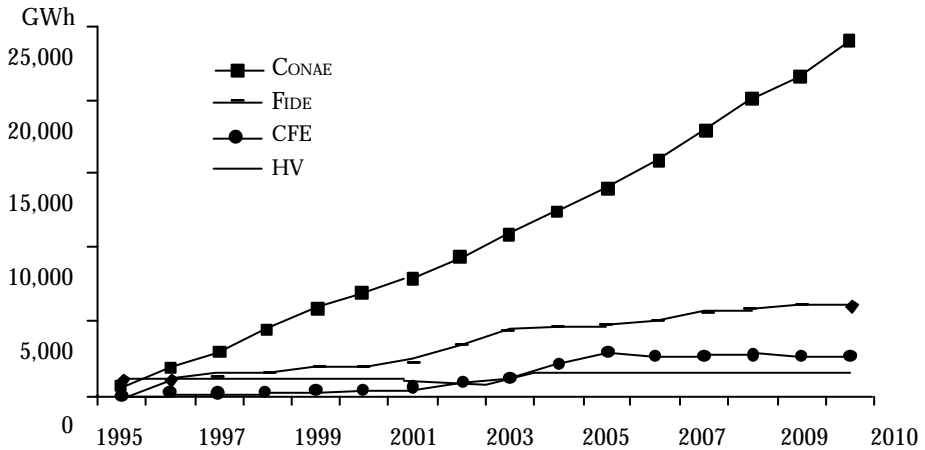
El sector energía tiene un papel decisivo en la vida nacional: genera electricidad e hidrocarburos como insumos para la economía y la prestación de servicios públicos, aporta importantes contribuciones a los ingresos fiscales y da empleo a más de trescientos mil trabajadores, agrupa a tres de las empresas más grandes del país: Petróleos Mexicanos y sus organismos subsidiarios (PEMEX), Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LFC).

En el organigrama del sector también se encuentran tres órganos desconcentrados: 1) Comisión Reguladora de Energía (CRE) cuyas funciones son otorgar permisos, autorizar precios y tarifas, aprobar términos y condiciones para la prestación de los servicios, expedir disposiciones administrativas de carácter general (directivas), dirimir controversias, requerir información y aplicar sanciones, entre otros. 2) Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, que es un organismo encargado de manejar todos los asuntos relacionados con los recursos nucleares, incluyendo las funciones de control y vigilancia de la producción de energía nuclear y 3) Comisión Nacional para el Ahorro de Energía Eléctrica (CONAE) cuya misión es la de diseñar, promover y fomentar lineamientos y acciones en materia de ahorro y uso eficiente de energía y aprovechamiento de energías renovables en el país; brindar asistencia técnica en la materia a los sectores público, privado y social; así como concertar la implantación de las normas de eficiencia energética.

El Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) es, a su vez, un organismo privado no lucrativo, creado en 1990 para promover acciones que induzcan y fomenten el ahorro y uso racional de la energía eléctrica. El Comité Técnico del FIDE está integrado por CFE, LFC, CONAE y diferentes cámaras industriales y empresas de consultoría.

En la figura 9 se presenta el ahorro de energía por la instrumentación de los programas que los organismos antes mencionados han realizado, así como una prospectiva al 2010.

FIGURA 9. AHORRO DE ENERGÍA POR LOS PROGRAMAS INSTRUMENTADOS EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA: EVOLUCIÓN Y PROSPECTIVA 1995-2010 (GWh)



Fuente: SENER 2003a.

Las emisiones de CO₂ evitadas por el ahorro de energía en el sector al 2002, así como una prospectiva al año 2010, se presentan en el cuadro 7.

CUADRO 7. EMISIONES EVITADAS DE CO₂ POR LOS PROGRAMAS DE AHORRO DE ENERGÍA INSTRUMENTADOS EN EL SECTOR DE LA ENERGÍA: EVOLUCIÓN Y PROSPECTIVA 1995-2010¹ (MILES DE TONELADAS)

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
CONAE ²	273.3	1,185.4	2,161.6	3,598.7	4,463.8	10,114.8	11,199.3	12,753.7
FIDE ³	690.7	833.0	877.5	956.2	1,082.3	1,182.6	1,403.6	2,004.2
HORARIO								
DE VERANO	0.0	566.4	660.7	607.8	655.9	709.9	560.4	635.4
CFE	7.2	30.6	57.1	85.3	193.2	209.4	209.4	517.57
TOTAL	971.2	2,615.4	3,756.8	5,247.9	6,395.1	12,216.7	13,372.7	15,910.8
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
CONAE ²	14,292.8	15,945.9	17,719.6	19,605.0	21,826.1	24,007.9	26,290.3	28,944.8
FIDE ³	2,558.6	2,819.2	2,935.1	3,050.4	3,378.9	3,500.9	3,627.0	3,751.3
HORARIO								
DE VERANO	739.9	779.6	821.6	863.12	912.9	956.2	1,002.4	1,051.1
CFE	730.8	1,187.7	1,634.9	1,615.6	1,484.7	1,681.2	1,604.2	1,484.7
TOTAL	18,322.1	20,732.5	23,111.3	25,134.1	27,602.6	30,146.2	32,523.9	35,231.8

1. Las emisiones se estimaron con un poder calórico del crudo de 5,850 MJ/barril y un factor de 0.264 ton de CO₂/MWh o 73.33 ton CO₂/TJ.

2. Considera sólo ahorros por la aplicación de normas.

3. Incluye Programa de incentivos, pequeña empresa, bombeo agrícola, instalaciones industriales, comerciales y de servicios municipales.

Fuente: estimaciones propias con base a información proporcionada por SENER 2003a.

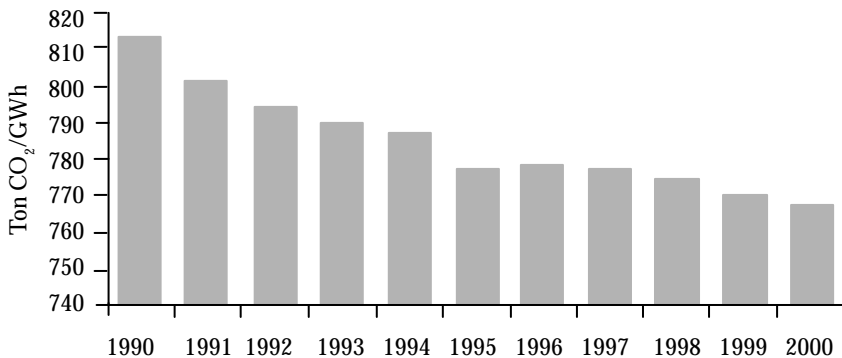
COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

Entre las principales medidas aplicadas por la CFE que han contribuido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero se encuentran las siguientes:

- Introducción de plantas termoeléctricas de ciclo combinado en el sistema eléctrico nacional.
- Sustitución de combustóleo por gas natural.

Las emisiones de bióxido de carbono (CO_2) por GWh en las plantas termoeléctricas han disminuido paulatinamente en los últimos años (SENER 2002b). En el año 2001, el consumo total de gas natural en dichas instalaciones representó el 22% del consumo de combustibles, mientras que en 1990 fue de 16%.

FIGURA 10. EMISIONES DE CO_2 POR GWh EN PLANTAS TERMOELÉCTRICAS (TON CO_2 /GWh)



Con la sustitución de combustibles fósiles por gas natural en la generación de electricidad, se evitó la emisión de 413 mil toneladas de CO₂ en el año 2000, y una reducción acumulada de 4.5 millones de toneladas de CO₂ en el período 1991-2000 (SENER 2002b). Se proyecta que las emisiones de CO₂ evitadas en el año 2010 serán de 641 mil toneladas, debido al menor consumo de combustóleo en las centrales eléctricas del sistema eléctrico nacional (SENER 2003a).

PETRÓLEO MEXICANOS

PEMEX logró una importante reducción en sus emisiones de bióxido de carbono (CO₂), al pasar de 40 millones de toneladas en 2001 a 37 millones de toneladas durante 2002, lo que representa una disminución de 8% (PEMEX 2003). PEMEX Refinación (PR) es el principal generador de CO₂, con 39%, seguido de PEMEX Exploración y Producción (PEP) con 28%, PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB) con 17% y PEMEX Petroquímica (PPQ) con 16%. PEP redujo sus emisiones de CO₂, principalmente como resultado de sus proyectos de aprovechamiento de gas natural en la Región marina noreste.

CUADRO 8. EMISIONES EVITADAS DE CO₂ EN
PETRÓLEOS MEXICANOS (MILLONES DE TONELADAS)

SUBSIDIARIA	1999	2000	2001	2002
Pep	13.9	14.2	13.3	10.5
Ppr	15.1	14.2	13.7	14.2
Pgpb	6.3	6.5	6.4	6.2
Ppq	6.3	6.5	6.7	5.9
Total	41.6	41.4	40.0	36.9

MERCADO INTERNO DE PERMISOS DE EMISIONES DE CARBONO

Con el apoyo técnico de Environmental Defense, una organización no gubernamental de Estados Unidos, PEMEX inició en junio de 2001, la operación de un esquema innovador para la comercialización de permisos de reducción de emisiones de carbono, entre sus subsidiarias, al tiempo que fomenta y da valor económico a la reducción de emisiones de bióxido de carbono.

En dicho esquema participan 25 unidades de negocios (UN): las 4 regiones de PEP; 6 refinerías de PR; 7 complejos procesadores de gas de PGPB y 8 complejos petroquímicos de PPQ. La Auditoría Corporativa de Protección Ambiental coordina el desarrollo y operación del mercado de emisiones (PEMEX 2002). De 3 millones de toneladas de CO₂ que se redujeron en 2002 con respecto al 2001, las 25 unidades de negocios que participaron en el mercado durante el período que se informa intercambiaron más de 2 millones de toneladas de CO₂, con un valor virtual de 145 millones de pesos. En 2002 se logró una reducción acumulada de 11% con respecto al año base de 1999, equivalente a casi 5 millones de toneladas de CO₂ (PEMEX 2003). Las operaciones en línea del mercado se realizan en el Sistema de Registro de Transacciones (SRT), desarrollado por PEMEX, mientras que los datos de las emisiones de CO₂ provienen del Subsistema de Información de Seguridad Industrial y Protección al Medio Ambiente (SISPA).

El mercado interno de permisos de emisiones de carbono de PEMEX recibió el 6 de noviembre de 2002, el reconocimiento Innova, otorgado por la Presidencia de la República a las iniciativas que contribuyen a la innovación y a la calidad en la administración pública.

PROYECTO DE APROVECHAMIENTO DE GAS EN EL COMPLEJO PETROQUÍMICO CACTUS

Este complejo petroquímico está localizado en Chiapas y cuenta con cuatro turbogeneradores que le dan autosuficiencia en materia de energía eléctrica. Los gases producto de la combustión de las turbinas, que alcanzan temperaturas de 517 °C, se enviaban a la atmósfera, desaprovechando su poder calorífico. Durante el 2001 se instalaron dos unidades recuperadoras de calor para la generación de vapor, el calentamiento y evaporación del agua en las calderas y sobrecalentamiento del vapor para uso motriz, respectivamente. Con las medidas anteriores se ahorra energía y se protege el medio ambiente. Al evitar la quema de 10 millones de pies cúbicos diarios de gas combustible, se dejan de emitir a la atmósfera 526 toneladas de CO₂ al día (PEMEX 2002).

TALLER ARPEL SOBRE CERTIFICADOS DE CARBONO Y REDUCCIÓN DE EMISIONES
CONTAMINANTES EN LATINOAMÉRICA

Del 23 al 25 de octubre de 2001, PEMEX y la Asociación Regional de Empresas de Petróleo y Gas Natural en Latinoamérica y el Caribe (ARPEL), realizaron un taller en la ciudad de México, para capacitar a los representantes de la industria petrolera de la región, en el desarrollo de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto. En el decimoséptimo Congreso Mundial del Petróleo, celebrado en Río de Janeiro, Brasil, en septiembre de 2002, se destacaron las acciones a favor del desarrollo sustentable que realiza la industria petrolera internacional. Petróleos Mexicanos también fue invitado a participar en el taller de ARPEL Métodos prácticos para identificar oportunidades de reducción de emisiones: ejemplos bajo los mecanismos del Protocolo de Kioto en Latinoamérica y

el Caribe, en San José, Costa Rica, del 2 al 4 de diciembre de 2002, como parte de una serie de eventos relacionados con el Cambio Climático (PEMEX 2003).

CONSUMO DE ENERGÍA

La energía utilizada en las diferentes operaciones de PEMEX ascendió a 167 millones de barriles de petróleo crudo equivalente (MBPCE) en 2001 y a 146 MBPCE en 2002, para los dos años se considera la energía consumida por quema y venteo de hidrocarburos. La mayor proporción de la energía utilizada provino de combustibles fósiles, y sólo una cantidad cercana a 2% al consumo neto de electricidad. Los combustibles utilizados fueron 80% gas, 15% combustóleo y el resto diesel.

CUADRO 9. CONSUMO DE ENERGÍA DE PEMEX (MBPCE)

SUBSIDIARIA	2001	2001	2002	2002
		INCLUYE QUEMA DE GAS	INCLUYE QUEMA DE GAS	INCLUYE QUEMA DE GAS
Pep	31.6	75.8	29.6	54.6
Pr	44.7	48.5	48.4	51.0
Pgpb	19.0	19.4	19.8	20.0
Ppq	23.0	23.1	20.6	20.7
Total	118.3	166.7	118.4	146.4

CAMPAÑA PERMANENTE DE USO EFICIENTE Y AHORRO DE ENERGÍA

Esta campaña contó con la participación de 193 centros de trabajo y ocho edificios administrativos, en 2002. Se establecieron metas para cada línea de negocios con el fin de comparar actividades sustantivas semejantes, y éstas comprendieron una reducción del índice de consumo energético de 1.5 a 5%. Durante 2001 se lograron ahorros importantes estimados en 11 MBPCE, con un valor asociado de 197 millones de dólares, además de reducir las emisiones de CO₂ en más de 3 millones de toneladas. En 2002 los ahorros se estimaron en 17 MBPCE, con un valor asociado de 362 millones de dólares, además de que se reforzó en la empresa la cultura del uso eficiente y ahorro de energía.

FORMACIÓN DE ESPECIALISTAS EN ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE

Con el apoyo de la Agencia para el Desarrollo Internacional de Estados Unidos (USAID) se capacitó a 378 profesionales de las cuatro subsidiarias, para la evaluación de proyectos de eficiencia energética, en 2001 (PEMEX 2002). Durante mayo de 2002 se llevaron a cabo cuatro seminarios de capacitación para elevar la preparación de 85 ingenieros, con lo cual la empresa continúa el proceso de formación de capacidad técnica, para apoyar sus programas de uso eficiente de energía y mejoramiento del desempeño ambiental (PEMEX 2003).

Se concluyeron 72 auditorías ambientales en las instalaciones de la empresa y se otorgaron 50 Certificados de Industria Limpia en el año 2001. PEMEX Refinación llevó a cabo auditorías energéticas a las 34 plantas de proceso y servicios auxiliares de la refinería de Tula, en 2002. Se estimó que existe un potencial de recuperación de energía de 25%, un ahorro potencial de 56 millones de dólares anuales y una reducción de 25% en la emisión de contaminantes a la atmósfera.

DESARROLLO TECNOLÓGICO

Con la participación del Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), PEMEX instrumenta el Programa Institucional de Investigación en Medio Ambiente y Seguridad, PIMAS, lo que ha permitido registrar avances en los siguientes proyectos relacionados con el cambio climático:

1. Análisis técnico-económico del impacto ambiental por el uso del gas natural y gas licuado de petróleo en México y sus implicaciones para PEMEX Gas Petroquímica Básica. Incluye campañas de medición de emisiones de SO_2 , NO_x , HC, CO y CO_2 en fuentes fijas, en los complejos petroquímicos de Cactus y de Ciudad PEMEX.
2. Estudio de la contaminación ambiental por los procesos de refinación del petróleo en México, en el que se desarrollan y aplican metodologías para obtener factores de emisión de contaminantes arrojados al aire y a cuerpos de agua en las refinerías de Tula y Salina Cruz y la integración de un índice agregado de indicadores hacia el desarrollo sustentable.
3. Investigación para el desarrollo de combustibles de bajo impacto ambiental. Se realizaron muestreos de emisiones de fuentes móviles y domésticas; además, se efectuaron dos campañas de monitoreo de la calidad del aire en el valle de México. Se instrumentaron cinco técnicas de análisis de toxicidad de las emisiones provenientes de la combustión de las gasolinas y del diesel.

FIDEICOMISO PARA EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En el siguiente cuadro se presentan los ahorros directos de energía eléctrica por sector y programa, instrumentados por el FIDE al 2002.

CUADRO 10. NÚMERO DE ACCIONES REALIZADAS Y AHOROS OBTENIDOS
POR SECTOR Y PROGRAMA, INSTRUMENTADOS POR EL FIDE AL 2002

SECTOR	PROGRAMA	NÚMERO DE ACCIONES ¹	GWh	MW
	ILUMEX (terminado en 1999)	2,454,922	224.0	107.0
	Proyecto piloto	945,769 lámparas y 43,297 equipos de aire acondicionado	2.6	31.0
			65.2	65.0
Interno y PYMES ²	Viviendas aisladas térmicamente	76,122	31.6	22.0
	Sellado de puertas		43.8	3.0
	Diagnósticos realizados	11,381	109.0	74.0
	Proyectos en PYMES ²	599	15.0	14.0
Industria, comercios y servicios municipales	Industrias	723		
	Comercios y servicios	359	963.0	219.0
	Servicios municipales	206		
Horario de verano	Medida aplicada desde 1996	---	---	---
	LFC instaladas ³	5,948,906		
Incentivos y desarrollo de mercado	Motores eléctricos	137,525		
	Unidades de alumbrado	3,168,357	1,417.0	376.0
	Compresores (Terminado en 2001)	1,109		
	LFC en granjas avícolas ³	1,184,000		
Agropecuario	Pozos de bombeo agrícola	12,687	833.0	199.0
Total ⁴			3,704.2	1,110.0

1 Estimaciones propias. 2 PYMES – Pequeñas y medianas empresas industriales y comerciales.

3 LFC: Lámpara Fluorescente Compacta. 4 Total sin Horario de verano.

Fuente: elaboración propia con base en información de FIDE, 2003a.

Las emisiones de contaminantes evitadas de los ahorros directos de energía eléctrica obtenidos por los programas y proyectos financiados por el FIDE se presentan en el cuadro 11.

CUADRO 11. AHORROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EMISIONES EVITADAS POR LOS PROGRAMAS INSTRUMENTADOS POR EL FIDE, 2000-2002

AÑO	AHORRO DE ENERGÍA		EMISIONES EVITADAS (MILES DE TON/AÑO)					
	ELÉCTRICA GWh	PRIMARIA MBPCE*	CO ₂	CO	SO _x	NO _x	PST	HC
2000	3,227	7	3,688	1.3	56.9	10.0	3.5	0.1
2001	3,494	8	3,950	1.4	59.9	10.6	3.7	0.0
2002	1,390	3	1,555	0.6	23.3	4.2	1.4	0.02

* Millones de barriles de petróleo crudo equivalente.

FUENTE: FIDE 2002.

En el caso particular del año 2002, se consideraron los ahorros obtenidos de los proyectos de enero a junio, no se consideran los ahorros de energía eléctrica por concepto del Horario de verano, debido a que todavía se encuentra en evaluación (FIDE 2002).

Las emisiones de contaminantes evitadas y los ahorros obtenidos del efecto multiplicador de los programas y de los proyectos realizados por el FIDE, se presentan en el cuadro 12.

Al igual que en el cuadro 2.6, se consideran las mismas suposiciones para el 2002. Los recursos ejercidos para el desarrollo de los proyectos apoyados se presentan en el cuadro 13.

CUADRO 12. EFECTO MULTIPLICADOR DE LOS AHORROS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y EMISIONES EVITADAS POR LOS PROGRAMAS INSTRUMENTADOS POR EL FIDE, 2000-2002

AÑO	AHORRO DE ENERGÍA		EMISIONES EVITADAS (MILES DE TON/AÑO)*					
	ELÉCTRICA	PRIMARIA	CO ₂	CO	SO _x	NO _x	PST	HC
	GWh	MBPCE						
2000	11,718	26	13,393	4.6	206.4	36.2	12.8	0.2
2001	13,829	30	15,634	5.6	236.9	42.1	14.7	0.2
2002	5,501	12	6,153	2.3	2.3	16.6	5.7	0.1

* El FIDE estimó las emisiones con factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos así el factor utilizado para el CO₂ es de 1.68 ton/MWh.

Fuente: FIDE 2002.

CUADRO 13. RECURSOS EJERCIDOS PARA EL DESARROLLO DE LOS PROYECTOS APOYADOS POR EL FIDE

AÑO	RECURSOS EJERCIDOS MILES DE PESOS
2000	193,271
2001	273,899
2002	87,104

Fuente: FIDE 2002.

HORARIO DE VERANO

El horario de verano (HdV) se aplicó por primera vez en México, el 7 de abril de 1996, excepto en Baja California, donde se implementó desde 1942. Desde su instrumentación, el HdV ha permitido ahorros de consumo de electricidad de 7,380 GWh, equivalentes a 14 millones de barriles de petróleo, así como 900 MW de capacidad (cuadro 14). A su vez, los beneficios totales suman \$9,000 millones (FIDE 2003b).

CUADRO 14. RESULTADOS DEL HORARIO DE VERANO, 1996-2002

AÑO	EMISIONES EVITADAS DE	AHORRO DE ELECTRICIDAD (MILLONES DE PESOS)	REDUCCIÓN DE LA DEMANDA GWH	INVERSIONES DIFERIDAS (MILLONES DE PESOS)
1996	1,631.8	943	529	4,100
1997	1,903.2	1,100	550	4,400
1998	1,784.0	1,012	683	6,830
1999	1,895.4	1,092	613	6,130
2000	2,053.0	1,182	823	8,230
2001	1,618.4	933	908	9,008
2002	1,351.9	1,118	900	9,000
TOTAL	12,237.7	7,380		

^a Para más detalle ver el cuadro 15.

^b Debido a la reducción de la demanda en horas pico.

Fuente: FIDE 2003b y CONAE 2003a.

Respecto a las emisiones atmosféricas, se han dejado de emitir a la atmósfera más de 12 millones de toneladas de contaminantes, a siete años de la aplicación del Horario de verano, lo cual tiene un efecto positivo sobre la protección al ambiente (cuadro 15).

CUADRO 15. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CONTAMINANTES POR EL HORARIO DE VERANO, 1996-2002 (MILES DE TONELADAS)*

CONTA- MINANTE	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	TOTAL
CO ₂	1,587.0	1,851.0	1,735.0	1,843.5	1,997.8	1,574.2	1,326.7	11,915.2
NOX	5.7	6.6	6.2	6.5	6.1	5.6	3.6	40.3
SOX	28.4	33.1	31.0	33.0	35.7	28.1	19.9	209.2
CO	0.4	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	3.0
PST	10.2	11.9	11.2	11.9	12.9	10.1	1.2	69.4
HC	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.01	0.6
TOTAL	1,631.8	1,903.2	1,784.0	1,895.4	2,053.0	1,618.4	1,351.9	12,237.7

* El FIDE estimó las emisiones con factores de emisión de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (USEPA por sus siglas en inglés), el factor utilizado para el CO₂ es de 1.68 ton/MWh.

FUENTE: FIDE 2003b y CONAE 2003a.

Otra actividad importante que continúa es el otorgamiento del sello FIDE, a través del cual se promociona la fabricación, compra y uso de los productos eficientes en el ahorro de energía eléctrica y así reducir la emisión de gases contaminantes al ambiente, como consecuencia de un menor consumo de combustible en las plantas generadoras de energía eléctrica. El sello se ha otorgado a lámparas fluorescentes compactas

y lineales, motores, balastos y sensores de presencia. Actualmente 21 empresas cuentan con el sello FIDE en 2,041 modelos de equipos.

COMISIÓN NACIONAL PARA EL AHORRO DE ENERGÍA, CONAE

Los avances de los programas de eficiencia energética y ahorro de energía que la Comisión ha instrumentado, se listan a continuación:

NORMAS OFICIALES MEXICANAS

La eficiencia energética en equipos de uso doméstico, industrial y comercial, se promueve y apoya con veinte normas en vigor y actualización y cinco en fase de proyecto. De 1995 a 2002, se obtuvieron ahorros acumulados de energía eléctrica, de potencia y de energía térmica de 9,120 GWh; 1,561 MW y 8.3 MBPCE, respectivamente. Se espera que para el 2006 se tengan ahorros acumulados de 16,065 GWh, 2,926 MW y 10.6 MBPCE para dichos rubros (CONAE 2003b).

PROGRAMA DE AHORRO DE ENERGÍA EN INMUEBLES DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA FEDERAL

Este Programa inició de manera voluntaria en cien edificios públicos en 1996 y se convirtió en obligatorio para los inmuebles de la administración pública federal en 1999. Entre las acciones que se promueven en este programa se encuentran: respetar el horario de trabajo; desconectar equipos ociosos; activar el administrador de energía en computadoras; dar continuidad al ahorro de energía; sembrar y cuidar árboles alrededor de los edificios y adquisición de equipos marcados con la etiqueta de eficiencia energética. Se logró una reducción de 11% del índice de consumo de energía entre 1998 y 2001 y un ahorro acumulado de 110 GWh entre 1999 y 2002 (CONAE 2003c).

INDUSTRIA EFICIENTE

La CONAE apoya a PEMEX en la identificación de su potencial de ahorro de gas natural. En el período de 1999 a 2002, la empresa logró ahorros de 88,287,500 millones de metros cúbicos. Además mediante los convenios de colaboración con corporativos, cámaras industriales y empresas integrantes de los 16 sectores con mayor consumo de energía, se alcanzaron ahorros equivalentes de 3,390,240 millones de metros cúbicos de gas natural y se identificaron potenciales de ahorro de energía de 1.2 MBPCE hasta el 2002 (CONAE 2003c).

TRANSPORTE EFICIENTE

En este programa, la CONAE mantiene convenios con las cámaras nacionales de Autotransporte de Carga (CANACAR) y de Autotransporte de Pasaje y Turismo (CANAPAT) y con la Asociación Nacional del Autotransporte Privado (ANTP), para lograr ahorros de energía en las flotillas de autotransporte de carga y pasajeros. Se estima un ahorro cercano a seis millones de litros de combustible, principalmente diesel, durante el año 2002.

PROGRAMA DE PROMOCIÓN Y VENTA DE CALENTADORES SOLARES

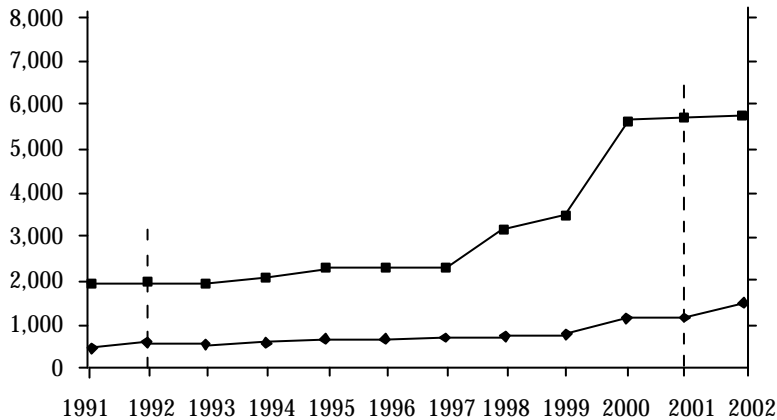
A través de este programa se busca establecer un sistema de promoción y venta de calentadores solares planos, orientado al sector residencial urbano en México. El programa inició en el 2002 y operará durante tres años. En los primeros 18 meses se venderán los calentadores solares de agua, y a partir de la instalación de cada equipo y hasta la terminación del programa, se dará seguimiento a los ahorros en combustible que obtengan los usuarios. Los resultados del progra-

ma servirán de base para diseñar una estrategia de venta a escala nacional, para así masificar el uso de esta tecnología que hasta el momento ha sido poco explotada en México, a pesar de que el país cuenta con excelentes recursos solares por su localización geográfica. Es obligación del usuario que participe en este programa, el proporcionar los consumos de combustible correspondientes al año anterior de adquisición del calentador solar y al menos un año después de contar con la instalación del mismo. Esta información permitirá a la CONAE hacer el seguimiento y evaluación real de los ahorros en gas por el uso del calentador solar de agua, de tal forma que los resultados sean utilizados para proyectos futuros (CONAE 2002).

COGENERACIÓN

La cogeneración, definida como la producción conjunta de energía eléctrica y de energía térmica, a partir de una misma fuente de energía primaria, es hoy una alternativa de conservación de ésta para la industria. Ya se cuenta con veintisiete proyectos en operación, con una generación total de 5,690 GWh/año y una capacidad total de 1,135 MW. Además, operan 107 proyectos de autoabastecimiento: 74 de la iniciativa privada y 33 de PEMEX. En la siguiente figura se muestra como ha evolucionado la capacidad de cogeneración en México, a partir de las modificaciones a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y a su reglamento, que permitieron la participación de la iniciativa privada en la generación de energía eléctrica, bajo esta modalidad (CONAE 2003d).

FIGURA 11. EVOLUCIÓN DE LA CAPACIDAD DE COGENERACIÓN EN MÉXICO, 1991-2002



Fuente: CONAE 2003d.

En 2002 se realizaron actividades relacionadas con el tema, como: el Octavo seminario de ahorro de energía, cogeneración y energía renovable, el Segundo seminario de generación distribuida mediante autoabastecimiento en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y cinco reuniones de la subcomisión de cogeneración (XXIII a XXVII).

EMPRESAS DE SERVICIOS ENERGÉTICOS

La CONAE ha trabajado durante los últimos años en el desarrollo de los elementos necesarios que permitan la creación y futura consolidación del mercado de Empresas de Servicios Energéticos (ESCOS, por sus siglas en inglés) en México (CONAE 2003e). Entre las líneas estratégicas que se han seguido, están la promoción del esquema y el apoyo a las

ESCOS y a Empresas Usuarias de Energía, a lo largo del desarrollo de proyectos, con el objeto de proporcionar certidumbre a ambas partes. Aunque el mercado mexicano es relativamente nuevo, hay empresas que ya han desarrollado proyectos mediante los esquemas de *performance contracting or outsourcing*. La CONAE elaboró un portafolio con información de 15 casos exitosos, mediante los cuales se lograron ahorros de 7.61 GWh y de 5,353.84 ton de CO₂/año, en 2002.

Cabe destacar, que la COANE no avala ni certifica a ninguna de las empresas, sólo pretende facilitar el vínculo entre la oferta y la demanda de servicios, para el fomento de proyectos de ahorro de energía y energías renovables y proveer a los actores de información de apoyo que les permita tomar sus propias decisiones.

PREMIO NACIONAL DE AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La Comisión Federal de Electricidad (CFE) con el apoyo del gobierno federal, instituyó este Premio en 1991, con fin de hacer un reconocimiento público anual a las empresas e instituciones que se hayan destacado por sus acciones en pro del ahorro y uso eficiente de la energía eléctrica durante el año calendario inmediato anterior .

AHORRO DE EMISIONES DE BIÓXIDO DE CARBONO

Las emisiones evitadas de CO₂ por los programas de la CONAE de 1995 a 2002, así como la proyección al 2010, se presentaron en el cuadro 7.

Los resultados esperados para el año 2003, se presentan en el cuadro 16.

CUADRO 16. RESULTADOS ESPERADOS DE LOS PROGRAMAS QUE INSTRUMENTARÁ LA CONAE EN 2003

ACTIVIDAD	PROGRAMA	METAS DE AHORROS		PRESUPUESTO DE LA CONAE (MILLONES DE PESOS)
		ENERGÍA	ECONÓMICOS (MILLONES DE PESOS)	
Normalización	Normalización para la eficiencia energética	1,440 GWh 0.53 MBPCE 280 MW	\$2,624	\$12.3
	Inmuebles de la administración pública federal	119 GWh	\$71	\$7.8
	Municipios	128 estudios: 75 GWh	\$45	\$6.1
Asistencia técnica	Industria eficiente (uso de gas natural)	PEMEX: 67,881.5 millones de m ³ Industria privada: 13,572.48 millones de m ³	1,152	\$14.0
	Transportista eficiente	20 millones de litros	\$100	\$7.5
			\$3,992	\$47.7

(Continúa)

CUADRO 16. RESULTADOS ESPERADOS DE LOS PROGRAMAS QUE INSTRUMENTARÁ LA CONAE EN 2003

ACTIVIDAD	PROGRAMA	METAS DE AHORROS		PRESUPUESTO DE LA CONAE (MILLONES DE PESOS)
		ENERGÍA	ECONÓMICOS (MILLONES DE PESOS)	
Consulta	PYMES	2,000 empresas		\$5.9
Promoción y difusión	Generación distribuida A	Apoyo a la Secretaría de Energía		\$5.3
		Vivienda	100,000 viviendas	\$3.0
	Educación sobre el ahorro de energía	Participación de 100,000 niños	\$3.6	
	Promoción tecnológica 25 talleres	25 talleres y 900,000 visitas	\$3.5	
Total de los programas de CONAE				\$68.7

Fuente: CONAE 2003c.

Capítulo 3

INVESTIGACIÓN

Los avances en la investigación sobre cambio climático han sido en materia de tecnologías de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), evaluación de la vulnerabilidad y opciones de adaptación. Es importante destacar que ya se cuenta con un censo sobre las instituciones y los investigadores y que realizan estudios sobre el tema.

INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

Las principales investigaciones realizadas en el Instituto Nacional de Ecología – Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (2001-2002) se mencionan a continuación.:

CONTROL CONJUNTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA Y DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE MÉXICO

El estudio tuvo como objetivo conocer el potencial que las medidas para reducir las emisiones de contaminantes atmosféricos urbanos, incluidas en el Programa para Mejorar la Calidad del Aire de la Zona Metropolitana del Valle de México, PROAIRE, 2002-2010, tienen para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y su costo-efectividad, así como estimar el potencial que los estudios de tecno-

logías de reducción de GEI, tienen para reducir los contaminantes locales (West *et al.* 2002). De esta forma sería posible obtener mayores beneficios, a través de una visión integrada de las estrategias para mitigar la contaminación local y global. Otro factor relevante en la planificación del estudio fue que el Protocolo de Kioto (PK), de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), abre la posibilidad de transferir la reducción de emisiones de GEI entre los países del Anexo I (países desarrollados), y los países No-Anexo I (en vías de desarrollo), a través del llamado Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). México se coloca en un lugar privilegiado para recibir tales inversiones, ya que el Senado de la República acordó ratificar el PK en el 2000, y es esencial que estos recursos traigan ventajas locales significativas tan pronto dicho protocolo entre en vigor.

Con base en lo anterior se estimaron: a) las reducciones de emisiones de GEI de las medidas del PROAIRE; b) las reducciones de emisiones de contaminantes locales de las estrategias para mitigar las emisiones de GEI; c) los parámetros para determinar la costo-efectividad de las medidas para el control conjunto de la contaminación local y global, d) las medidas con mayores beneficios en términos del control conjunto de ambos tipos de contaminantes, mediante un modelo de programación lineal. Entre los resultados obtenidos se enfatiza lo siguiente:

1. La implementación de veintidós de las medidas incluidas en el PROAIRE y diez medidas para mitigar GEI, reducirían cerca del 8.7% de las emisiones de CO₂ proyectadas para la zona al 2010. El PROAIRE tiene un potencial significativo de reducción de 2.2 millones de toneladas de CO₂ (3.1%). El 50% de esta reducción proviene de las medidas de mejoras tecnológicas en los vehículos

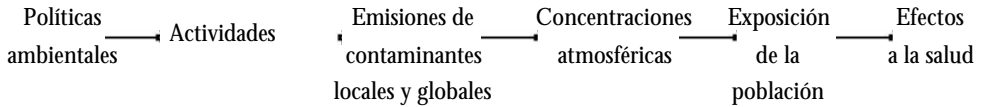
y de la renovación de la flota vehicular, el resto, del mejoramiento de la infraestructura del transporte masivo. El potencial anual de reducción de contaminantes locales (3.2% para HC, 1.4% para NO_x y 1.3% para PM₁₀) a partir de las medidas para mitigar GEI es mucho menor comparado con el de PROAIRE. Esto se debe a que gran parte de la electricidad que se consume en la ZMVM se genera en centrales eléctricas ubicadas fuera del área.

2. Las medidas para mitigar las emisiones de GEI a menudo están caracterizadas por inversiones iniciales grandes, sin embargo se obtienen Valores Presentes Netos (VPN) negativos, debido a los ahorros significativos en el consumo del combustible o de electricidad. En contraste, en las medidas de PROAIRE, los ahorros por el menor consumo de combustibles, son generalmente una pequeña componente del VPN.
3. Se encontró que las metas de reducción de emisiones de PM₁₀ y HC del PROAIRE, podrían mejorarse con una pequeña variación en los costos, lo cual no ocurre con el monóxido de carbono.
4. Es menos costo-efectivo obtener reducciones de emisiones de CO₂ a partir de las medidas incluidas en el PROAIRE, que si se invierte en medidas específicas para reducir dicho contaminante.
5. Los resultados del estudio, no pueden generalizarse debido a que se usó una lista limitada de medidas, así como una escala geográfica acotada (la ZMVM), en la cual los impactos en la calidad del aire, debido a la generación de energía eléctrica, son reducidos. Estos resultados cambiarían, si se considera un área geográfica más grande, o si se aplicara la metodología en otras áreas urbanas, donde la mayor parte de la electricidad consumida se genere localmente.

El estudio contó con financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América.

Beneficios para la salud del control conjunto de la contaminación atmosférica urbana y de las emisiones de gases de efecto invernadero en la zona metropolitana del valle de México

El objetivo general del estudio es responder al cuestionamiento: si se toman acciones para reducir las emisiones de GEI o de contaminantes locales, ¿Qué beneficios adicionales se lograrán en términos de la reducción de emisiones de contaminantes urbanos del aire o de GEI y del mejoramiento de la salud humana? (McKinley 2002). La metodología del análisis se basa en la siguiente cadena causal:



Las tareas específicas son:

- (a) Análisis de medidas tecnológicas de control, con el fin de evaluar sus costos, sus efectos sobre las emisiones de contaminantes del aire y de GEI.
- (b) Estudios de la ciencia atmosférica para relacionar los cambios en las emisiones con los de concentraciones. También es necesario analizar la relación entre la concentración atmosférica y la exposición, que a menudo se pasa por alto porque los estudios estadísticos de la salud se enfocan generalmente en los efectos de salud y las concentraciones ambientales.
- (c) Estimación de los efectos a la salud de la reducción de emisiones de contaminantes locales y globales y sus beneficios económicos. Se propone una organización similar al proyecto de Control con-

junto, donde investigadores mexicanos y extranjeros trabajen conjuntamente. El proyecto de co-beneficios tendrá una duración de nueve meses y contará con la participación de los siguientes actores: integrantes de la Comisión Ambiental Metropolitana (CAM); de la Secretaría de Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal y de la Secretaría de Ecología del Estado de México, personal de la Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global del INE del Instituto Nacional de Salud Pública (INSP) y expertos internacionales.

Los resultados que se esperan obtener del estudio son los siguientes:

- Mejorar los métodos utilizados para estimar las reducciones de emisiones y sus costos.
- Incorporar el uso de modelos atmosféricos simplificados.
- Aumentar la capacidad de interpretación de los resultados generados por los modelos, para estimar los impactos a la salud.
- Identificar los parámetros de contaminación atmosférica a ser usados en los modelos atmosféricos.
- Fortalecer la capacidad institucional en cada una de las áreas del proyecto.
- Desarrollar métodos cuantitativos para apoyar la toma de decisiones.

Una vez concluido el proyecto se presentará un informe técnico que detalle los métodos, suposiciones y datos utilizados en el análisis; se publicarán artículos sobre el trabajo realizado y se organizará un taller para presentar los resultados del estudio, así como las debilidades e incertidumbres del mismo; y proponer actividades futuras de investigación. El estudio cuenta con financiamiento de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos de América.

POTENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO EN MÉXICO

La Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Coordinación de la Investigación Científica de la UNAM realizó este estudio para el INE (INE-SEMARNAT 2002a). Comprendió la elaboración de un censo nacional de instituciones y especialistas que trabajan en el tema de Cambio Climático en México, y se elaboró una base de datos con 332 contactos adscritos a 173 dependencias de 106 instituciones, de las cuales 84 son instituciones nacionales. La investigación formal en cambio climático está concentrada en un 90% en instituciones públicas académicas, paraestatales y privadas académicas. El Distrito Federal concentra el 52%, mientras que el 48% restante se localizan en los Estados de Morelos, Chihuahua, Baja California, Baja California Sur, Sonora, Estado de México, Veracruz y Yucatán. La participación de instituciones internacionales de cooperación, organismos privados y gubernamentales es reducida, mientras que las ONG's se dedican generalmente a estudios y a la difusión del conocimiento existente en la materia.

Una parte de la investigación y difusión que se realiza en los estados del norte del país incorpora una red transfronteriza de investigaciones sobre el cambio climático, en la que participan instituciones del sur de Estados Unidos de América, como las universidades de Arizona, Nuevo México y Texas, entre otras.

Alrededor de 30 investigadores ubicados en las distintas instituciones, realizan trabajos en la observación del fenómeno, mitigación, política del cambio climático y variabilidad climática. Este número es menor si se compara con los 120 que se dedican a estudios relacionados con la vulnerabilidad.

El mayor peso de la inversión en investigaciones sobre el cambio climático recae en instituciones de gobierno. La importancia del

financiamiento internacional es alta, pues además de constituir el 43% del total institucional, algunas dependencias nacionales utilizan básicamente recursos de origen internacional para financiar sus proyectos. Lo anterior puede explicarse por la percepción casi generalizada de que el tema del cambio climático es uno de los más relevantes en la agenda ambiental global. El estudio se encuentra en la dirección www.ine.gob.mx/dgicurg/potencial.html.

VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN REGIONAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO Y SUS IMPACTOS AMBIENTALES, SOCIALES Y ECONÓMICOS

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) publicó su Tercer informe del estado actual del conocimiento sobre cambio climático, 2001. El grupo de trabajo II, encargado del estudio de Impactos, vulnerabilidad y adaptación, presentó una revisión detallada para Norteamérica y Latinoamérica. En ambas secciones se hace referencia a aspectos de la vulnerabilidad de México a la variabilidad y al cambio climático.

Adicionalmente se cuenta con revisiones de diferentes estudios sobre cambio climático en México, en particular la Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. La Primera Comunicación Nacional se basa en gran medida en los resultados que se obtuvieron en el Estudio de País: México, coordinado en el Instituto Nacional de Ecología, y en el cual participaron diferentes institutos de investigación de la UNAM (INE-SEMARNAP 1997). De esta manera, en ambos trabajos se presentan análisis de las condiciones de vulnerabilidad de México ante condiciones extremas en el clima, realizados hasta mediados de los noventa. Desde entonces a la fecha han ocurrido cambios que han llevado al planteamiento de nuevas opciones de mitigación y adapta-

ción. Algunas de estas propuestas se ven reflejadas en la Segunda Comunicación Nacional, integrada por la Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Urbana, Regional y Global del INE (INE-SEMARNAP 2001).

RECURSOS HÍDRICOS

La disponibilidad de agua se vería reducida y la competencia por dicho recurso podría provocar problemas sociales, bajo un escenario de cambio climático (Magaña *et al.* 2001). Los conflictos recientes entre las entidades estatales por el acceso al agua de ciertas presas compartidas comienzan a mostrar la magnitud de la problemática que se avecina. Incluso uno de los problemas fronterizos con Estados Unidos de América que mayor preocupación causa es el relacionado con el agua, tal y como lo reporta el IPCC en su Tercer Informe.

La distribución espacial del recurso agua en México dista mucho de ser uniforme. El 50% de la población cuenta con menos del 20% de este recurso, mientras que en el sudeste del país, el 20% de la población tiene más del 50% del agua. Con poca precipitación en el norte y mucha en el sur, el cambio climático podría traducirse, de acuerdo con los escenarios del *Estudio de País*, en escasez de agua en el norte y exceso hacia el sur.

AGRICULTURA

Existen diferentes estrategias para evaluar el potencial impacto del cambio climático en la agricultura. Una de las más populares consiste en el uso de modelos agroclimáticos, con modelos de rendimiento como el CERES-Maize utilizado en el *Estudio de País*. En dicho trabajo se con-

cluye que en la mayor parte del país los efectos del cambio climático bajo diferentes escenarios serían de reducción en los rendimientos en el cultivo del maíz. De esta manera, estimaciones preliminares indican que durante la sequía debida a «El Niño» del período de 1997 a 1998 en México, se perdieron más de tres millones de toneladas de maíz y se produjeron daños cercanos a 460 millones de dólares. De presentarse condiciones de sequía más frecuentes, las pérdidas en este sector serán mayores. La gran dependencia de la agricultura a las fluctuaciones en las lluvias se puede entender al realizar un análisis de sensibilidad. En general, el proponer aumentos en la precipitación resulta en aumentos en los rendimientos. Sin embargo, de ser altos los aumentos en la precipitación se podrían presentar disminuciones en los rendimientos debido a procesos de erosión o lavado de nutrientes del suelo.

ASENTAMIENTOS HUMANOS

Los asentamientos humanos serían vulnerables respecto a la satisfacción de sus requerimientos de agua y comida, además de requerir, posiblemente, un consumo mayor de energía para el control de la temperatura en casas e industrias, así como para la conservación de alimentos. Estas demandas extras constituirán un reto al sistema energético mexicano. El posible incremento de la demanda de energía en el futuro y la disminución del agua disponible para su generación, en combinación con variaciones de los precios de los combustibles, requieren de una consideración especial.

PESCA

El sector pesquero mexicano es fuertemente afectado por las condiciones climáticas extremas. Se ha estimado que la producción pesquera

decreció entre 25 y 40 % por los efectos del evento de «El Niño» en 1997 y 1998 y las pérdidas económicas directos fueron del orden de 70 millones de dólares.

BOSQUES E INCENDIOS

El estrés hídrico en la vegetación, producto del déficit en precipitación por El Niño, se reflejó en una de las situaciones de mayor riesgo para este sector en los últimos años. Durante 1998, se estimó que sólo en México se incendiaron cerca de 400 mil ha de las cuales un 24% fueron bosques, lo que provocó una alta contaminación atmosférica, que además de afectar a la población de Mesoamérica, afectó a la población de los estados vecinos de los Estados Unidos de América. Ante ello, las prácticas tradicionales de roza, tumba y quema se convirtieron en el detonante del mayor número de incendios forestales del que se tiene registro.

ADAPTACIÓN

El elemento agua es quizá el más importante en la planificación de actividades agrícolas y ambientales, por lo que para una verdadera adaptación se tendrá que pensar en medidas estructurales del manejo de dicho recurso (Magaña *et al.* 2001).

Dado que el mayor porcentaje de agua disponible se utiliza en las actividades agrícolas, será necesario replantear una sustitución de los mecanismos de riego utilizados hasta ahora por las metodologías de riego por goteo. Adicionalmente, las formas de reuso del agua urbana o incluso de desalinización de agua de mar, comienzan a verse como soluciones reales al problema de escasez de dicho recurso. Los costos de esta estrategia de adaptación se han reducido notablemente en los

últimos años en el ámbito mundial, por lo que la adaptación en esta dirección comienza a ser considerada seriamente.

Los cambios en el clima relacionados al cambio de uso del suelo (deforestación o el crecimiento de los desiertos), pueden ser incluso más notables que aquellos producidos por el calentamiento global. Los modelos sugieren que el cambio de bosques a zonas de pastizales para ganadería o a tierras de cultivo resulta en una disminución de las precipitaciones. En el caso de México, la propuesta de reforestar corresponde a una situación en la que se captura bióxido de carbono; se propicia mayor humedad en el suelo y posiblemente más lluvia y se recuperan los bosques del país.

En este sentido, resulta imprescindible considerar como una medida de adaptación estructural, la instrumentación de esquemas de reordenamiento territorial, con éstos se puede tener un mejor control sobre el uso del suelo, así como disminuir la vulnerabilidad de las poblaciones expuestas a fenómenos hidrometeorológicos que se derivan del cambio climático.

Un segundo aspecto de vital relevancia para disminuir la vulnerabilidad, y que constituye al mismo tiempo una medida de adaptación ante los impactos del cambio climático, es la toma de medidas no estructurales. Estas medidas se constituyen en los sistemas que permiten la correcta toma de decisiones y acciones obligadamente preventivas, como por ejemplo el sistema de alerta temprana ante El Niño, huracanes e inundaciones. Es en este sentido, que las instituciones de México deberán participar activamente en el sistema de alerta temprana, con el fin de hacer realidad la disminución de la vulnerabilidad.

Finalmente es importante establecer el peligro de la mala adaptación. Algunas estrategias de adaptación no probadas o que no se sustentan en un conocimiento profundo de los mecanismos que con-

trolan el clima, pueden resultar en daños al medio ambiente agravando el problema del calentamiento global (Magaña et al., 2001). Falsas estrategias de producción de lluvia (antenas ionizadoras), malas decisiones en el sector agrícola, etc. pueden tener costos mayores a los que ya de por sí el cambio climático puede tener implícito. Este estudio fue realizado para el INE por el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM.

SECRETARÍA DE ENERGÍA

Entre las actividades y estudios promovidos por la Secretaría de Energía, se encuentran los siguientes:

PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO DEL SECTOR ENERGÍA (PIDTSE), 2002-2006

En la parte introductoria de este documento se menciona que México destinó a la investigación y el desarrollo tecnológico el 0.40% del Producto Interno Bruto en 2000, cifra que se pretende aumentar de manera sustancial en la presente administración (SENER 2003b). A su vez las empresas del Sector Energía deben incrementar urgentemente su nivel y la efectividad de su esfuerzo tecnológico y de innovación para elevar su competitividad. Para atender las necesidades anteriores, la Subsecretaría de Política Energética y Desarrollo Tecnológico de la Secretaría de Energía (SENER), formuló el Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Energía (PIDTSE), 2002-2006.

El objetivo del PIDTSE es contribuir a articular una política sectorial de Investigación y Desarrollo (I+D) y destacar las características que debe tener la actividad de investigación y desarrollo en energía, para que los grupos de investigación puedan tener acceso a

los recursos del Fondo Sectorial para la Investigación y el Desarrollo Tecnológico en Energía, establecido por la Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro, Petróleos Mexicanos, Secretaría de Energía y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Al mismo tiempo, y dada la gran importancia relativa del sector en la economía, se anotan las estrategias que corresponden a la actividad de I+D en general. También se aborda el problema de la desvinculación entre la oferta y la demanda de conocimientos en ciencia y tecnología (SENER 2003b).

El diagnóstico de la situación actual de la tecnología en las mencionadas empresas mexicanas del sector se inicia con la evaluación, por parte de los propios científicos y técnicos de éstas, de la situación que guarda esta actividad y a dónde se quiere llegar. La planeación en I+D resulta, por lo tanto, del diagnóstico que las propias empresas hacen de su actividad productiva y los futuros tecnológicos que de ahí se desprendan. Las estrategias de desarrollo tecnológico o plataformas tecnológicas que de este ejercicio surjan, deberán ser las áreas de desempeño hacia las que se dirijan esfuerzos especiales para alcanzar el crecimiento que se propone en el *Plan Nacional de Desarrollo 2001-2006* (PND), *Programa Sectorial de Energía* (PSE) y *Programa Especial de Ciencia y Tecnología* (PECYT) para la presente administración.

El PIDTSE se origina en el *Plan Nacional de Desarrollo* ante su requerimiento de encontrar nuevas formas para abastecer y aprovechar la energía en beneficio de la sociedad, e incide en el PND en la medida que logre sus objetivos que son producir más con menores recursos, mejorar la calidad de los insumos energéticos, prever nuevas fuentes de energía y asegurar una distribución y comercialización a precios competitivos internacionalmente. En su elaboración, con la participación de la comunidad científica, de los institutos de investi-

gación, los empresarios y las empresas del sector, se observó que el país enfrenta un rezago tecnológico, pero a la vez cuenta con una masa crítica de conocimientos en muchas de sus áreas, que hacen posible recuperar el tiempo perdido y se detectó también que tanto en las empresas privadas como públicas, existen condiciones e interés por acelerar el desarrollo tecnológico en el campo de la energía.

En el marco de la prospectiva tecnológica del sector, para el 2025, el PIDTSE se orienta razonablemente en los temas que se investigan y desarrollan en el mundo. Cabe enfatizar el gran esfuerzo que los recursos humanos de la I+D en el sector realizan en conjunto con sus colegas del sector ambiental, para atacar la problemática de la emisión de gases de efecto invernadero causantes del fenómeno del cambio climático, tanto desde el punto de vista de modelación, como de la reducción de las emisiones y mitigación de los impactos.

La visión del PIDTSE al 2025, contempla que existen nuevos procesos en desarrollo que, dependiendo de la velocidad de su penetración en el sistema, la cual a su vez depende de factores como el crecimiento económico o el cambio climático, pueden introducir cambios substanciales en el sistema energético.

Una tendencia importante que al parecer continuará en este lapso, es el continuo incremento porcentual del total de la energía final consumida que representa la electricidad, como energético secundario. Al mismo tiempo, se observará una mayor atención a las medidas de ahorro de energía y a la administración de la demanda energética, en el transporte, la industria y las construcciones. Crecerá el uso de medidas de ahorro de aire acondicionado mediante técnicas activas y pasivas, y también el grado de automatización en la operación de elementos arquitectónicos tales como persianas externas y parteluces, y procesos avanzados para aprovechar la iluminación natural sin introducir carga térmica excesiva.

Aunque el fenómeno del cambio climático por la emisión de gases de efecto de invernadero hace que a la gran mayoría de los combustibles fósiles se les considere responsables, ya están en etapa de demostración nuevos sistemas de aprovechamiento de los mismos (procesos de gasificación y sistemas basados en calderas supercríticas de alta eficiencia), en los que el secuestro del bióxido de carbono se hace más factible económicamente. Lo anterior es importante al considerar que las mayores reservas probadas de un energético primario corresponden al carbón. El gas sintético generado, una vez removido el CO₂, es básicamente hidrógeno. El desarrollo de procesos comerciales para la disposición económica del CO₂ ya se ha iniciado, incluyendo pruebas de impacto ambiental.

Para dar forma concreta a las acciones necesarias que darán soporte al PIDTSE, se definieron diez grandes áreas de investigación y desarrollo sectorial en que se ocuparán los esfuerzos y capacidades de investigación y desarrollo del sector, de acuerdo con las consultas realizadas con expertos de las entidades, las empresas, la CONAE, la SENER y el INE.

1. Desarrollo sustentable de los campos mexicanos productores de hidrocarburos.
2. Mejoramiento del transporte de los recursos energéticos.
3. Procesos de refinación avanzados.
4. Optimización de combustibles.
5. Incremento de la eficiencia de los sistemas de generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica.
6. Sistemas integrales de aprovechamiento energético en aplicaciones finales.
7. Fuentes alternas y fuentes renovables de energía.
8. Desarrollo de cadenas productivas de proveedores del sector energía con tecnología nacional.

9. Aplicaciones de sistemas nucleares y materiales radiactivos en la industria, el campo, la salud y el transporte, y
10. Sistemas de información y administración de los recursos nacionales relevantes en el sector energía.

Los temas anteriores incluyen amplias necesidades en el desarrollo de técnicas de predicción en el comportamiento de los recursos y el mercado, incorporación de tecnologías avanzadas (microscopía y resonancia para controles en línea, por ejemplo), modernización de los laboratorios en general, identificación y reducción en el rezago y en las brechas tecnológicas, actualización de los procesos administrativos con oportunidad, vinculación horizontal y vertical, establecimiento de redes y alianzas estratégicas con universidades y empresas nacionales y extranjeras, y racionalización y optimización de las capacidades desarrolladas y en proceso de desarrollo. En suma, es necesario emprender un ambicioso proceso de planeación estratégica e integral, para identificar cómo se pueden establecer los vínculos más afortunados entre las necesidades más prometedoras y las capacidades disponibles.

DETERMINACIÓN DE LOS CONSUMOS DE LEÑA COMO ENERGÉTICO EN EL ÁMBITO NACIONAL

El estudio fue elaborado por estudiantes de la maestría en ingeniería en energía de la UNAM y supervisado por personal de la SENER (SENER 2002a). En este trabajo de investigación se diseñó e instrumentó una metodología «por usos finales» para el análisis de la estructura y evolución de la demanda de leña, basada en estudios nacionales e internacionales, y que permitió estimar de manera más pormenorizada a la actual, los consumos de leña en el país para los años 1960, 1970, 1980, 1990 y 2000. Se consideraron las siguientes variables:

- i. La saturación de usuarios separada en urbanos y rurales, proporcionada por los censos de población.
- ii. El consumo unitario de leña en el sector doméstico tanto para usuarios mayoritarios (21 kg persona/día), como mixtos minoritarios (1.71 kg persona/día).
- iii. El poder calorífico de la madera (valor promedio de 15.61 MJ/kg).
- iv. El consumo energético de las pequeñas industrias.

Los principales resultados fueron:

- . Se constata que mientras que en 1960 el consumo fue de 315.9 PJ/año, para la década siguiente se experimentó un incremento 8.4% llegando a 342.4 PJ/año. A partir de 1970 el consumo de leña comienza a decrecer 0.5% cada década llegando a un consumo nacional de 338.1 PJ/año en el año 2000. Este decremento se debe principalmente a la disminución de los usuarios exclusivos en las zonas rurales.
- . Se obtuvieron diferencias con respecto a los datos presentados en el Balance nacional de energía en donde para el año 2000 se obtuvo un consumo final de leña a nivel nacional de 255.8 PJ/año (esto es 32.1% superiores). Esta diferencia proviene de la reestimación tanto del poder calorífico, como del consumo unitario y de la saturación, los cuales varían con relación a los utilizados anteriormente.
- . Los consumos de leña por entidad federativa para el año 2000 son muy diferentes. Mientras que Veracruz es el estado que consume mayor cantidad de leña con una participación del 11%, seguido por Chiapas con un 10% y Oaxaca con 9%, en Baja California Sur, Baja California Norte, Colima y el Distrito Federal, se presentan consumos prácticamente nulos.

- De manera general se observa que la mayor parte del consumo de leña en nuestro país se concentra en la región sur sureste. Lo anterior, tanto por las condiciones socioeconómicas y culturales particulares, como por la mayor importancia de lo rural respecto de lo urbano en dicha región del país. Asimismo, se prevé que dicho consumo se mantenga elevado en los próximos años. A este respecto es necesario diseñar y aplicar políticas energéticas que promuevan, más allá de la sustitución inmediata de la leña por gas LP o gas natural, el uso de utensilios de cocción energéticamente más eficientes así como el establecimiento de mercados de leña más transparentes que permitan el control de las reservas boscosas, un mejor aprovechamiento de la biomasa y monitoreo del consumo.

Las diferencias entre los resultados de este estudio y la información presentada en el Balance nacional de energía, lejos de invalidar la información oficial existente, muestran la necesidad de llevar a cabo estudios y discusiones más profundas que determinen con exactitud las razones de dichas diferencias (SENER 2002a).

INVENTARIO NACIONAL DE ENERGÍAS RENOVABLES

Este trabajo fue realizado por estudiantes de la maestría en ingeniería en energía de la UNAM y supervisado por investigadores de la misma institución y por personal de la SENER (SENER 2003a).

Las energías consideradas en el estudio fueron la solar, eólica, geotérmica, minihidráulica, maremotriz y la producida mediante biomasa y desechos municipales. En este último caso no se incluyeron el bagazo de caña y la leña. La fecha de corte de la información recopilada fue el 31 de diciembre del 2002.

La capacidad total instalada de los sistemas que aprovechan energía renovable en nuestro país es de 1,032.7 MW, sin contar la potencia aprovechada en la producción solar de sal, la cual no requiere de un sistema especial, sino más bien de un lugar en donde acumular el agua de mar durante el tiempo que tarda en evaporarse.

En este estudio se obtuvo que la capacidad instalada de los sistemas fotovoltaicos es de 3,570.8 kW, los cuales se reparten de la siguiente forma: electrificación rural, 3,165.8 kW; telefonía rural, 126.5 kW; radio transmisión, 40.7 kW y bombeo de agua 237.8 kW. La ANES indica una capacidad instalada al año 2002 de 14,447 kW, cifra cuatro veces mayor a la detallada en el presente estudio. Las razones por las que puede existir dicha diferencia son que el inventario contempló únicamente cuatro aplicaciones de los sistemas fotovoltaicos. No se incluyeron usos en repetidoras de microondas y señalamiento terrestre y marítimo. Además, los sistemas contabilizados fueron instalados en su mayor parte entre los años 1991 y 2002, de manera que no se incluyeron los instalados fuera de dicho período. Por otra parte, la información recopilada de cada aplicación contempló solamente a una institución u organización, pudiendo existir otras, las cuales no pudieron ser identificadas y por ende consultadas (SENER 2003a).

La potencia aprovechada en la producción solar de sal de la industria salinera, estimada en 19,345.3 MW, no ha sido considerada en el Balance Nacional de Energía. Dicha cifra representa el calor requerido en el proceso de producción de sal, que de no utilizarse la energía solar, éste tendría que proporcionarse mediante algún combustible convencional, lo que muestra la importancia de esta fuente de energía renovable de la industria en cuestión (SENER 2003a).

En el caso de la energía eólica, la capacidad instalada obtenida en el inventario es de 2.175 MW, cifra que corresponde a los sistemas eólicos

instalados por CFE. En el Balance nacional de energía, con información de la ANES, se presenta la capacidad instalada de aerogeneradores distintos a los proporcionados por CFE, de manera que ambas cifras se complementan al contabilizar la capacidad total de sistemas eólicos.

Por otro lado, en cuanto a los sistemas híbridos la capacidad instalada es de 0.3 MW, lo cual no se menciona en el Balance Nacional de Energía debido a que este rubro no era considerado.

En el caso de la energía geotérmica se reportan cuatro unidades no consideradas en el Balance nacional de energía, con una capacidad total de 605 kW, una de las cuales se utiliza para electrificación rural y las restantes para bombeo de agua, calentamiento de espacios y agua.

En cuanto a la energía minihidráulica la capacidad instalada obtenida de las centrales privadas es de 43.4 MW, la cual no se consideraba en el Balance, ya que este contemplaba únicamente las plantas operadas por CFE y LFC. De la energía que se aprovecha de biomasa y desechos municipales se contabilizaron dos plantas que operan en el estado de Nuevo León y que proporcionan el servicio de bombeo de agua y drenaje. Ambas plantas suman una capacidad de 10.8 MW.

Los resultados de este inventario muestran que la tecnología con mayor capacidad instalada es la solar, mayor incluso a la geotermia (838.4 MW) y la minihidráulica (68.8 MW). Este resultado, sin embargo, debe tomarse con reserva, ya que el motivo principal es que se considera la potencia aprovechada en la producción de sal solar, la cual es bastante mayor a cualquiera de las tecnologías consideradas, incluso a las tecnologías termosolar y fotovoltaica. El número presentado de colectores planos instalados, si bien, es relativamente grande, no considera los colectores que han salido de operación debido a la falta de mantenimiento y otras razones técnicas o económicas (SENER 2003a).

Los autores del estudio destacan que «... los programas como el realizado por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) es una muestra de la forma en que puede apoyarse el desarrollo de las energías renovables en nuestro país. En segundo lugar, que si bien se instalan diversos proyectos con energías renovables, algunos de ellos dejan de operar rápidamente al enfrentar distintos problemas, los cuales abarcan no solamente cuestiones técnicas, sino también aspectos económicos, sociales y políticos. No se concibe a la energía renovable como parte de una solución permanente que permita la diversificación de fuentes de energía. Es objetable dismantelar sistemas con energías renovables, como viene ocurriendo en localidades determinadas (salvo que los equipos se transfieran a otras localidades o sean excesivamente costosos en cuanto a su operación). Dentro de los lineamientos de política energética nacional se encuentra el relativo a la promoción de energías renovables y en tal sentido resulta indispensable que se lleve a cabo un conteo detallado y periódico de los sistemas instalados, que permita establecer de manera más precisa la contribución real que tienen las fuentes renovables de energía en el país.» (SENER 2003a).

PLAN DE ACCIÓN CLIMÁTICA EN EL DISTRITO FEDERAL

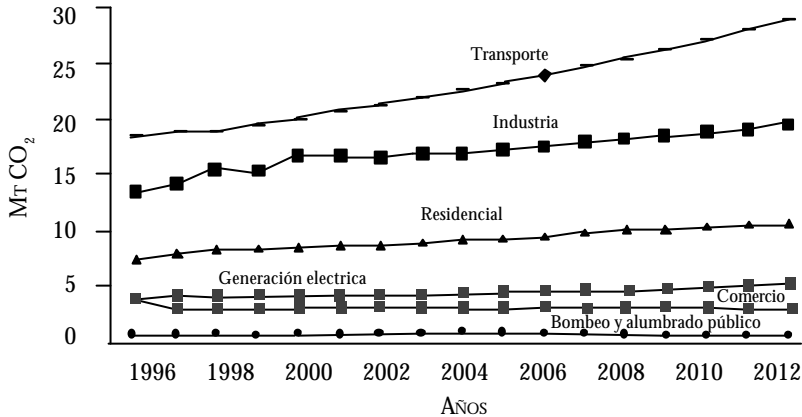
La Secretaría de Medio Ambiente de la presente administración del Gobierno del Distrito Federal (D.F.), estableció un Plan local de acción climática que incluye la definición de una línea base de emisiones de gases de efecto invernadero, escenarios de proyección de las mismas y reducción de emisiones, además de estudios sobre vulnerabilidad, adaptación y la estimación del potencial de carbono en reservorios de la zona (Vázquez 2002).

El consumo de energía de la ZMVM representa aproximadamente el 13% del consumo nacional, y el 17% del consumo de electrici-

dad (Sheinbaum *et al.* 2000). Durante el año 2000 los siete principales consumidores de energía emplearon 608 PJ para sus actividades cotidianas: 43% correspondió al transporte; 26% a la industria; 14% a la vivienda; 8% a la generación eléctrica; 7% al comercio; 1% al bombeo de aguas negras y alumbrado público; y 1% al sector agropecuario. Se estima que en el año 2012 dicho consumo aumentará a 867 PJ por el crecimiento de las actividades de la ciudad. Las emisiones de CO₂, para el año 2000, sumaron 51 millones de toneladas: 37% correspondieron al transporte, 31% a la industria; 16% a las viviendas; 6% a la generación eléctrica; 8% al comercio; 1% al bombeo de agua y alumbrado público, y 1% a las actividades agropecuarias (GDF 2003a). Se prevé que las emisiones de este gas sumarán 66 millones de toneladas en 2012 (figura 12).

Por medio del Plan de acción climática se promueve la mitigación de GEI, a través del ahorro y uso eficiente de los recursos naturales y equipos; de la regulación, promoción de combustibles alternos, utilización de nuevas tecnologías y acciones de captura de carbono en el sector forestal, mediante la promoción de proyectos específicos. Se pretende también establecer una oficina del Gobierno del Distrito Federal que desarrolle, gestione, concrete y dé seguimiento a proyectos que no podrían realizarse sin el apoyo de mecanismos internacionales como es el Mecanismo de Desarrollo Limpio y similares, a través de los cuales se permitirá su financiamiento y realización (GDF 2002a). Es necesario mencionar que las acciones que se instrumentarán con el Plan de Acción Climática, se enmarcan dentro del PROAIRE 2002-2010, asegurando con ello la completa congruencia entre los programas metropolitanos que coadyuvan al mejoramiento de la calidad del aire. A continuación se mencionan algunos proyectos específicos:

FIGURA 12. PROYECCIÓN DE LAS EMISIONES DE CO₂ POR SECTOR EN LA ZMVM, 2012



Fuente: Vázquez 2002.

VIVIENDA LIMPIA

Involucra la sustitución de aditamentos de alta eficiencia en regaderas, lavabos y tarjas de hasta 785,000 viviendas en el periodo 2002-2005. En una primera etapa se instrumentará la sustitución de regaderas y grifos convencionales por dispositivos de alta eficiencia en 35 mil viviendas de unidades habitacionales del D.F. Con la sustitución de accesorios se espera obtener un ahorro mensual de 7.7 m³ de agua potable; el incremento en la disponibilidad de agua para los grupos sociales más pobres en la Ciudad; la reducción de 88.7 kg de CO₂/mes y de otros contaminantes por vivienda debido al ahorro en la combustión de GLP por el calentamiento de un volumen menor de agua (Vázquez 2002 y GDF 2002a).

SUSTITUCIÓN DE TAXIS

En la ZMVM circulan 109,407 taxis, de los cuales 103,300 están registrados en el Distrito Federal. El 56% de la flota de taxis corresponden a los años modelo 1992 y anteriores, es decir, son automóviles sin sistemas de control de emisiones. El Gobierno del Distrito Federal prevé sustituir 80 mil taxis modelos anteriores a 1992, en el período de 2001 a 2006, para lo cual aporta \$15,000.00 pesos a cambio de la unidad vieja y los propietarios pagan la cantidad restante para adquirir un vehículo nuevo. Con la sustitución se mejorará el rendimiento de la flota vehicular, disminuirá el consumo de gasolina y se reducirá en un 31% las emisiones de CO₂ generadas por este transporte (75 Kg CO₂ por día) (Vázquez 2002 y GDF 2002a).

SUSTITUCIÓN DE MICROBUSES

El parque vehicular en el D.F. es de 23,000 unidades y se contempla sustituir dos microbuses por un autobús nuevo, a partir de 2001 y hasta 2006. El Gobierno del Distrito Federal aporta \$100,000.00 pesos por cada microbús viejo, para que los propietarios den el enganche de un autobús nuevo. Cada microbús genera 230 kg CO₂ por día y se espera disminuir el consumo de gasolina y obtener una reducción al 85% de las emisiones de CO₂ que generan (Vázquez 2002 y GDF 2002a).

USO DE GAS NATURAL COMPRIMIDO EN EL TRANSPORTE PÚBLICO

Se tiene planeado cambiar el consumo de gasolina por gas natural comprimido en 800 microbuses (Vázquez 2002).

CENTRO DE TRANSPORTE SUSTENTABLE PARA LA CIUDAD DE MÉXICO

El Centro de Transporte Sustentable para la Ciudad de México es operado por la organización no gubernamental denominada Centro de Estudios Interdisciplinarios en Biodiversidad y Ambiente (CEIBA) e inició sus actividades en mayo de 2002. Promueve la movilidad y el transporte sustentables en la ciudad de México, para dar solución a los problemas de congestión, regulación y contaminación. Los actores involucrados del Gobierno del Distrito Federal son: la Secretaría de Medio Ambiente; la Secretaría de Transporte y Vialidad; el Sistema de Transporte Eléctrico; el Sistema de Transporte Colectivo Metro y la Red de Transporte de Pasajeros. El Banco Mundial, Shell Foundation y el World Resources International (WRI), son los organismos internacionales que apoyan con recursos económicos al Centro (GDF 2002b y Samaniego 2002).

Las tareas del centro es la definición de un marco que permita facilitar la implementación de estrategias de transporte sustentable, proporcionar asistencia técnica y entrenamiento para incorporar las consideraciones de cambio climático y de calidad del aire en el diseño y análisis de las estrategias del transporte, promover la conciencia pública y la difusión, formular un modelo alternativo de transporte para la ciudad, que incluye la creación de corredores exclusivos para el transporte público; corredores metropolitanos; el desarrollo de un componente de transporte para el centro histórico; financiamiento de proyectos de transporte con base en permisos de emisión de la industria y un plan de ejecución de las ciclistas identificadas (Samaniego 2002).

CAPTURA DE METANO EN UN RELLENO SANITARIO,
SALINAS VICTORIA, NUEVO LEÓN

El proyecto se realiza en el relleno sanitario de la empresa Sistema Metropolitano de Procesamiento de Desechos Sólidos (SIMPEPRO-DESO), en Salinas Victoria, Nuevo León. Dicha empresa es un organismo público descentralizado del Gobierno Estatal. El Global Environmental Facility (GEF) aporta recursos económicos a través del Banco Mundial (Banco Mundial 2002).

Los objetivos específicos son: a) demostrar la costo-efectividad de las tecnologías para recuperar y usar el biogás generado en un relleno sanitario; b) probar un marco institucional para la implementación de este tipo de proyectos, que incluya la participación del sector privado; c) fortalecer el marco regulatorio, político y social para la introducción de tecnologías para la captura y uso del biogás en México; d) diseñar una estrategia para difundir las lecciones aprendidas a través de la instrumentación del Proyecto en México y Latinoamérica, e) diseñar una estrategia para favorecer la replicabilidad del Proyecto en otras entidades federativas mexicanas.

Las instalaciones que se construyen incluyen: i) los pozos, la red de tuberías y los venteos para la recolección del metano generado en el relleno sanitario y su envío a la planta generadora de electricidad, ii) una planta generadora de electricidad con una planta de tratamiento para remover las impurezas del biogás antes de la combustión, iii) una subestación y líneas eléctricas necesarias para la conexión a la red de la Comisión Federal de Electricidad; iv) un mechero para quemar el exceso de metano que no se utilice en la planta generadora de electricidad y lograr así, su máxima destrucción aún durante la suspensión temporal de actividades de la planta; v) la construcción de infraestructura de soporte como son carreteras, drenajes, abastecimiento

de agua, edificios e iluminación; y vi) entrenamiento y supervisión de los operadores.

El diseño, construcción y operación de la planta se implementan a través de una sociedad público-privada, con responsabilidades compartidas. La Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) vigilará las actividades de la empresa SIMPEPRODESO, para reunir información que le permita fortalecer su capacidad institucional en el futuro desarrollo de un marco legal y regulatorio moderno en el manejo de los desechos, y promover la adopción de la tecnología en los gobiernos estatales y locales, así como en las compañías privadas. El avance del proyecto fue de 83% en 2002 y se espera que la inauguración de la planta sea en junio del 2003.

CENTROS E INSTITUTOS DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Durante su larga historia, la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) ha acumulado una vasta experiencia a través de los estudios realizados asociados con la relación entre las actividades del ser humano y sus efectos sobre el medio ambiente desde muy diversos enfoques. A continuación se resume la investigación relacionada con el tema del cambio climático que actualmente se desarrolla en los centros e institutos de investigación de la universidad.

CENTRO DE CIENCIAS DE LA ATMÓSFERA

Los proyectos relacionados con el cambio climático, que actualmente se desarrollan en el centro son (UNAM 2002a):

- Evaluación integrada de la vulnerabilidad social y la adaptación a la variabilidad climática y al cambio climático entre agricultores

de México y Argentina. Proyecto financiado por Third World Academy of Sciences (TWAS), a través de su programa Assessments of Impacts and Adaptations to Climate Change in Multiple Regions and Sectors (AIACC).

- . Comportamiento del fuego y evaluación de riesgos a incendios en áreas forestales de México: Un estudio en el volcán La Malinche. Proyecto financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT.
- . Variabilidad climática y sus impactos en las regiones de México, Centroamérica y el Caribe. Proyecto financiado por el Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático, IAI.
- . Análisis para comprender la variabilidad climática en las islas del Caribe, proyecto financiado por el IAI.
- . Variabilidad climática regional en México. Proyecto financiado por CONACYT.
- . Elaboración del inventario de emisiones de gases de efecto invernadero en el proyecto Conservación, reforestación, captura de carbono y paseo ecológico Jaguaroundi. Convenio de colaboración entre la UNAM y PEMEX.

INSTITUTO DE ECOLOGÍA

El Instituto de Ecología y la Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO) presentaron al INE la propuesta del estudio El uso de la biomasa forestal para generación de energía, como una alternativa que permitirá la captura del carbono atmosférico y la sustitución de combustibles fósiles (UNAM 2002b). En países como Finlandia, Suecia y Austria, la biomasa satisface el 17% de la demanda nacional de energía. Actualmente existen trabajos con suficiente información sobre especies leñosas que son preferidas como fuentes de energía en las zonas ecológicas del país.

INSTITUTO DE GEOGRAFÍA

En este Instituto se tienen las siguientes áreas de investigación:

- Cambio climático. Las sequías producen severos efectos en el medio ambiente, la sociedad y la economía, por ello, a nivel mundial se presta mayor atención a este fenómeno. En la sección se está estudiando la sequía, tanto en las condiciones actuales como dentro del contexto del calentamiento atmosférico asociado al problema del cambio global (UNAM 2002c).
- Bioclimatología. A largo plazo, es el clima el que determina la vegetación natural y el que influye para que una región esté o no poblada; a corto plazo, el tiempo condiciona la seguridad de los medios de transporte, la dispersión o estancamiento de los contaminantes atmosféricos y permite determinar el momento más favorable para las actividades agrícolas. Por lo anterior, el objetivo de esta línea de investigación es estudiar las relaciones entre los seres vivos y las condiciones atmosféricas.
- Climatología sinóptica. Es el estudio de los sistemas climáticos, su origen, evolución, frecuencia, así como sus efectos derivados en el espacio, mediante el uso de técnicas de percepción remota.
- Agroclimatología. El clima así como el suelo, son recursos naturales indispensables para la actividad agrícola. Su conocimiento y evaluación es de vital importancia para el uso y manejo de los recursos naturales, así como para la planificación de actividades agropecuarias y forestales.
- Hidroclimatología. A través de actividades relacionadas con los procesos de evaporación, evapotranspiración, punto de rocío e índices de aridez, se estimará el volumen de agua aprovechable en las cuencas hidrológicas.

INSTITUTO DE INGENIERÍA

El Instituto de Ingeniería, a petición del Programa Universitario de Energía, trabaja en la consolidación de una red universitaria de «Cambio climático» que sirva como herramienta de enlace e intercambio de información entre investigadores interesados en el tema. Esta red está integrada por Centros, Programas e Institutos de la UNAM (UNAM 2002d). En el marco de esta red se publica el *Boletín mensual sobre cambio climático*. Por otra parte, en el departamento de Ingeniería de Sistemas de este Instituto, se trabaja en el tema de energía y medio ambiente (análisis del diseño bioclimático, la dinámica del sector energético, inventario de emisiones, evaluación económica de las externalidades causadas por la generación y consumo de energía).

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE ENERGÍA

Los proyectos que se desarrollan están dirigidos hacia la eficiencia y el ahorro de energía; la emisión de gases de efecto invernadero y el cambio climático; la importancia de la energía en la economía y el bienestar, precios y confiabilidad y desarrollo sustentable (UNAM 2002e).

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE MEDIO AMBIENTE

Parque Ecológico Jaguaroundi

Dicho parque ocupa una extensión de 961 hectáreas en Coatzacoalcos, Veracruz y es propiedad de PEMEX Petroquímica. A partir del 5 de junio de 2002, es por decreto, la primera reserva privada reconocida por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), órgano desconcentrado de la *Semarnat* (El Universal 2003). La em-

presa paraestatal firmó un convenio de colaboración con la UNAM, y el PUMA coordina el proyecto Conservación, reforestación, captura de carbono y paseo ecológico, Parque Jaguaroundi, desde mayo del 2002. Así pues se busca realizar: 1) un inventario florístico, faunístico y forestal (Instituto de Biología); 2) un estudio edafológico (Instituto de Geología); 3) un estudio sobre la presencia y reintroducción del jaguaroundi (Instituto de Ecología); 4) un estudio sobre captura de carbono (Instituto de Ecología, campus Morelia); 5) un inventario de emisiones de gases de efecto invernadero (Centro de Ciencias de la Atmósfera); y 6) un estudio sociológico (Instituto de Investigaciones Sociales).

Por otra parte, durante 2001 el PUMA publicó el libro *México una visión hacia el siglo XXI. El cambio climático en México* coeditado con el Instituto Nacional de Ecología y el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM (UNAM 2002f).

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE MONTERREY

En los centros del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) se realizan las siguientes investigaciones relacionadas con el cambio climático:

CENTRO DE CALIDAD AMBIENTAL

Las principales áreas de investigación del Centro de calidad ambiental son: i) desarrollo de tecnologías limpias, ii) uso del agua, iii) manejo de recursos naturales; iv) transporte y destino de contaminantes y v) prevención de la contaminación y ordenamiento ecológico (ITESM 2002).

CENTRO DE ENERGÍA SOLAR

El Centro de Energía Solar promueve la conservación de los recursos energéticos no renovables mediante el uso de la energía solar y realiza estudios sobre aire acondicionado, refrigeración solar, refrigeración solar doméstica y diseño de motores de combustión interna (ITESM, 2002).

CENTRO DE ESTUDIOS DE ENERGÍA

La actividad del Centro de Estudios de Energía está dirigida a convertirlo en un agente de cambio que lleve a la sociedad a ser energéticamente sustentable, mediante la promoción del uso de fuentes alternas de energía. Sus principales líneas de investigación son: i) uso eficiente de la energía eléctrica, con énfasis en la calidad del suministro y ii) uso eficiente de la energía en edificios (ITESM 2002).

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS, PUEBLA

En la Universidad de Las Américas, en Puebla, se desarrolla el estudio Impacto económico de las políticas para mitigar el cambio climático: efectos para México (UDLA 2003).

Capítulo 4

ACTIVIDADES PARA LA SENSIBILIZACIÓN DEL PÚBLICO

FOROS Y TALLERES

Durante el 2002 se realizaron diversos talleres y foros para difundir los avances en la investigación sobre el cambio climático a las instituciones de educación del país, a organizaciones no gubernamentales, a la iniciativa privada y a otros organismos interesados en el tema.

TALLER POTENCIAL DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

El Instituto Nacional de Ecología presentó los resultados del inventario de investigadores y el diagnóstico de la investigación que realizan las instituciones nacionales en materia de cambio climático, el 3 de mayo.

TALLER CONTROL CONJUNTO DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA URBANA Y DE EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA ZONA METROPOLITANA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

El taller se realizó el 27 y 28 de agosto, organizado por el INE, para dar a conocer los resultados del estudio con el mismo nombre, y presentar

la segunda fase correspondiente a los co-beneficios para la ZMVM. Se contó con la asistencia de más de ochenta personas, entre las cuales se destacaron representantes de la Agencia de Protección Ambiental (USEPA) y del Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), ambos de Estados Unidos, así como representantes de Brasil, Chile y Argentina. En dicho Taller se realizó un intercambio de experiencias entre México y los países mencionados respecto al problema de la contaminación local del aire, las emisiones de gases de efecto invernadero y la solución conjunta que se le puede dar a ambos.

FORO DE INFORMACIÓN Y CONSULTA ACERCA DEL CAMBIO CLIMÁTICO

La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de su Unidad Coordinadora de Participación Social y Transparencia, realizó el Foro de Información y Consulta sobre el Cambio Climático, el día 15 de octubre, en la Ciudad de México (SEMARNAT 2002). El objetivo de dicho Foro fue dar a conocer y consultar con representantes de instituciones académicas, organizaciones no gubernamentales; instituciones gubernamentales; sociedad civil e iniciativa privada, los aspectos relevantes sobre la temática del Cambio Climático, antes de la Octava Reunión de la Conferencia de las Partes (COP8), de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, CMNUCC, realizada en Nueva Delhi, India, del 23 de octubre al 1 de noviembre del 2002. Los temas abordados fueron los siguientes:

i) Recuento de las reuniones más importantes de la Conferencia de las Partes

La Coordinación de Asesores de la Subsecretaría de Planeación y Política Energética de la SEMARNAT, sintetizó los avances de las negociaciones de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas

sobre el Cambio Climático (<http://www.unfccc.int>) y mencionó brevemente algunos aspectos relacionados con la Cumbre sobre el Desarrollo Sustentable, realizada en Johannesburgo, en agosto de 2002, en la cual la Delegación Mexicana trabajó arduamente con relación a los temas de la atención a los países más vulnerables del planeta, y a la importancia de la energía renovable.

ii) Iniciativa mexicana sobre los países más vulnerables del planeta

La SEMARNAT creó la iniciativa mexicana sobre vulnerabilidad, con el fin de que se dé prioridad a este tema y a las opciones de adaptación al cambio climático en la agenda internacional, y sean atendidos lo más pronto posible.

iii) Tercer informe de evaluación del Panel intergubernamental sobre cambio climático

El Instituto Nacional de Ecología/SEMARNAT, presentó un resumen del Tercer informe de evaluación del Panel intergubernamental sobre cambio climático, que menciona la evidencia de la interferencia antropogénica en el sistema climático mundial y los resultados de diferentes modelos que muestran cómo se podría ver afectado nuestro Planeta en el año 2100.

iv) Estudios en materia de cambio climático en México realizados por el INE, de 1993 a la fecha

Entre los estudios realizados se encuentra la actualización del Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero; la evaluación de la vulnerabilidad del país; los estudios sobre tecnologías para la mitigación del cambio climático en las áreas energética y forestal; los escena-

rios de emisiones futuras; el control conjunto de la contaminación atmosférica urbana y de las emisiones de gases de efecto invernadero; el potencial de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático en México, etc. La consulta de estos temas puede hacerse a través de la dirección electrónica www.ine.gob.mx.

v. Avances de las acciones de mitigación en el sector energía

La Secretaría de Energía presentó los avances en materia de eficiencia energética y ahorro de energía, logrados a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), y del Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), además del uso de combustibles más limpios (gas natural en lugar de combustóleo) y de la promoción de las energías renovables. También mencionó el desarrollo de oportunidades para el sector, a través de proyectos para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) del Protocolo de Kioto de la CMNUCC. Para mayores informes, consultar las páginas siguientes: www.energia.gob.mx; www.conae.gob.mx; <http://www.fide.org.mx>.

vi. La sociedad civil y la COP8

La región noroeste de la SEMARNAT subrayó la importancia del fenómeno de El Niño como parte de la variabilidad climática, del proceso fundamental de la información, educación, participación social y consenso a través de consultas.

vii. Instrumentación jurídica del Mecanismo de desarrollo limpio

El Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA), abordó el conflicto de la equidad entre los países desarrollados y en desarrollo, en

materia de emisiones de gases de efecto invernadero, de las responsabilidades comunes pero diferenciadas de los países ante el cambio climático, y de la responsabilidad histórica de los grandes emisores (países del hemisferio norte).

viii. Posición de México ante la COP8

La Unidad Coordinadora de Asuntos Internacionales de la SEMARNAT, mencionó lo siguiente: i) la evaluación de la vulnerabilidad y las opciones de adaptación de los países en desarrollo deben ser una prioridad a tratar en las reuniones técnicas y políticas de la COP8, ii) los proyectos de restauración de bosques degradados deben incluirse dentro del MDL y no sólo aquellos de aforestación y reforestación, iii) es importante que exista convergencia entre las convenciones de las Naciones Unidas: diversidad biológica, Combate a la desertificación y cambio climático y iv) se debe exhortar a todos los países que no han ratificado el Protocolo de Kioto a que lo hagan, con el fin de que éste entre en vigor a la brevedad.

ix. Comentarios de los participantes

- 1) Necesidad de contar con un sistema integrado de indicadores confiables.
- 2) Incluir los temas de desertificación en el MDL del Protocolo.
- 3) Mejorar la calidad de las tierras y su contenido de bióxido de carbono, CO₂.
- 4) Representantes del sector industrial mencionaron que debe afinarse la verificación y certificación de proyectos de mitigación en las áreas forestal y energética y que México debe participar en la elaboración de la normativa correspondiente, bajo sistemas validados y acreditados por el país e internacionalmente.

- 5) Los diferentes sectores se manifestaron por la pronta creación de la Oficina de Cambio Climático.
- 6) Fomentar la actividad científica para resolver problemas tecnológicos y obtener recursos adicionales, a través de la colaboración de la academia y el CONACYT.
- 7) Preocupación por las emisiones de contaminantes generadas por los vehículos que se introducen ilegalmente al país.
- 8) Inquietud sobre quién va a pagar fondos extras para las actividades de vulnerabilidad y de adaptación de los países menos desarrollados. Actualmente ya está planteado que un 2% de las transacciones del MDL cubran estos costos, mediante un fondo para la adaptación. Los otros dos mecanismos del Protocolo de Kyoto no contemplan este fondo.

GACETA ECOLÓGICA DEL INE

La *Gaceta ecológica* número 65, publicada en diciembre de 2002, contiene cuatro artículos sobre investigaciones y recopilaciones en cambio climático (INE-SEMARNAT 2002b).

SISTEMA DE INFORMACIÓN PARA LA TOMA DE DECISIONES Y ELABORACIÓN DE COMUNICACIONES NACIONALES EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO

A través de este sistema se puede consultar el Inventario nacional de emisiones de gases de efecto invernadero de los años 1992, 1994, 1996 y 1998, por fuente de emisión, por tipo de contaminante y por año (INE-SEMARNAT 2002c). El acceso a la información puede realizarse en la dirección electrónica www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/inventario.

Capítulo 5

COOPERACIÓN INTERNACIONAL

MÉXICO–ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA

El INE ha continuado la fructífera colaboración en materia de cambio climático con Estados Unidos de América. A continuación se describen las actividades conjuntas.

VULNERABILIDAD Y ADAPTACIÓN

Impactos y opciones de adaptación del recurso agua en Sonora

El proyecto inició a fines del 2001 y continuará hasta finales de 2003. El estudio cuenta con apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América. A partir de los análisis de tendencia de lluvia, se encontró que la región norte del país registró en los últimos cuarenta años, un aumento en la precipitación. Aún cuando la disponibilidad de agua en ríos como el Yaqui en Sonora y el Fuerte en Sinaloa tiende a aumentar, la demanda crecerá mucho más rápido dados los aumentos de población, agricultura de riego y maquiladoras. Tal aumento en la demanda podría plantear en el largo plazo un reto. Se propusieron dos escenarios a futuro para el caso particular de Hermosillo para las décadas del 2020 y 2050 (Magaña 2002).

i) Escenario A: mayor temperatura y sequías frecuentes (menor disponibilidad de agua).

ii) Escenario B: mayor temperatura y más eventos de precipitación intensa, aunque no necesariamente un aumento en la disponibilidad de agua y posibles inundaciones.

Entre las soluciones de largo plazo al problema actual del agua de la región, se tienen las siguientes: a) cambios en la cultura del agua; b) uso de materiales de construcción idóneos en casas y c) manejo de agua en eventos de precipitación extrema.

En la agricultura las soluciones se han enfocado a modificar la etapa fenológica de los cultivos para evitar la excesiva evapotranspiración por el sobrecalentamiento de la tierra. Esta acción relacionada con la etapa fenológica se ha realizado ya en el Distrito de Riego 051 de la Costa de Hermosillo, y aún más, se han procurado sembrar variedades de cultivos con menor consumo de agua (información del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, INIFAP, en el estado de Sonora), por lo que podría decirse que con anticipación se ha iniciado la etapa de adaptación al cambio climático en esa región.

ESTRATEGIAS AMBIENTALES INTEGRADAS

Se lleva a cabo un estudio para la aplicación de estrategias ambientales enfocadas a la contaminación local y global en la Zona Metropolitana del Valle de México. La fase de control conjunto de las emisiones de contaminantes criterio y de gases de efecto invernadero finalizó en el 2002 y en ese mismo año se inició la investigación sobre los beneficios para la salud de reducir ambos tipos de contaminantes. El objetivo es incorporar nuevas opciones de control conjunto en la próxima revisión del Programa para Mejorar la Calidad

del Aire en la ZMVM, PROAIRE 2002-2010. El estudio cuenta con apoyo de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (SEMARNAT 2003b).

ENERGÍA

Línea base para factores de emisión

La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) colabora con la Asociación de Técnicos y Profesionistas en Aplicación Energética, A.C. (ATPAE), para dar asistencia técnica en la determinación de un coeficiente apropiado de línea base de emisión (por ejemplo toneladas de CO₂/MWh) para utilizarse en la estimación de las reducciones de emisiones generadas por los proyectos de eficiencia energética y/o de energías renovables (SEMARNAT 2003b). Como parte de este esfuerzo, se realizaron amplias consultas con los tomadores de decisiones. El equipo del proyecto evaluó diferentes métodos para estimar los coeficientes de emisión. Específicamente, la evaluación de los métodos consideró el análisis cuantitativo de los valores generados por éstos, los cuales incluyeron simulaciones con un modelo del sector eléctrico, así como un análisis cuantitativo que consideró la disponibilidad de datos, la transparencia de los métodos y la consistencia con otros métodos desarrollados internacionalmente. La ATPAE propone al gobierno mexicano que los resultados obtenidos del análisis y las recomendaciones sugeridas, se acepten como un método oficial para el desarrollo de los coeficientes mencionados. El INE participó en el grupo técnico organizado por la ATPAE.

Grupo de trabajo de energía y medio ambiente

Bajo el marco de Intercambio de estadísticas del transporte en Norteamérica, se integró un grupo mexicano de trabajo conformado por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), la Secretaría de Comunicaciones y Transporte (SCT), la Secretaría de Medio Ambiente (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE); el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP), el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) y la Secretaría de Energía (SENER). Este grupo elabora indicadores ambientales relacionados con el consumo de energía, la contaminación del aire, el riesgo y la gestión del sector transporte. En la XVI Reunión realizada del 8 al 12 de abril del 2002, en la ciudad de México se intercambió información sobre los avances en medio ambiente y energía (incluido el cambio climático). Las Partes acordaron presentar los resultados de los trabajos realizados, en la reunión trilateral que se realizará en Washington, del 10 al 13 de junio de 2003.

USO DE SUELO Y CAMBIO DE USO DE SUELO

Análisis de secuestro de carbono

El objetivo de este proyecto es completar el análisis del uso de suelo y cambio de uso de suelo (LULUCF, por sus siglas en inglés) para el inventario nacional forestal, establecer sistemas de información geográfica, revisar los inventarios de LULUCF, proyectar las emisiones provenientes del LULUCF y analizar las reducciones de emisiones y estrategias de secuestro en los niveles de proyecto, regional y nacional (INE-SEMARNAT 2003a). En 2001 se realizó la compra de software para computadora y de mapas digitales y se realizaron reuniones de trabajo.

Desarrollo de la línea de base de proyectos sobre deforestación evitada

La USAID financió el estudio "Proyectos forestales y de uso de suelo que mitigan las emisiones de gases de efecto invernadero: Línea base y adicionalidad" (INE-SEMARNAT 2003b). Se consideraron el área alrededor de la Reserva de la Biosfera de Calakmul en Campeche y la Meseta Purépecha en Michoacán. Se utilizaron y probaron tres métodos que podrían utilizarse para el cálculo de líneas base regionales de cambio de uso de suelo, concentrándose en la tasa de deforestación. Los modelos utilizados para simular cambios futuros en el uso de la tierra son: el modelo de Cambio de área forestal (FAC, por sus siglas en inglés); el modelo de Uso de la tierra y secuestro de carbono (LUCS, por sus siglas en inglés) y el Modelaje geográfico (GEOMOD, por sus siglas en inglés). Este proyecto concluirá a mediados de 2003.

Asistencia técnica para determinar las tasas de deforestación y desarrollo de un índice de carbono

Con el apoyo de la USAID, se busca fortalecer las capacidades del país para estimar la cantidad de CO₂ en biomasa perdida o ganada en el tiempo, basada en una metodología consistente (SEMARNAT 2003b). El INE ha participado en las reuniones técnicas.

MODELACIÓN ECONÓMICA-AMBIENTAL

La Universidad Autónoma Metropolitana en colaboración con el INE y con el apoyo de la USEPA, organizaron un taller internacional sobre el tema, en noviembre del 2002 (SEMARNAT 2003b).

INSTITUTO INTERAMERICANO PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CAMBIO GLOBAL

La Dirección General de Investigación sobre la Contaminación Ur-

bana, Regional y Global del INE, representa a México en el IAI. La Fundación Nacional para la Ciencia de los Estados Unidos (NSF, por sus siglas en inglés), apoya las actividades del IAI. Los avances de los programas y estudios del IAI, en los que nuestro país participa se mencionan a continuación:

TEMA 1: COMPRENDIENDO LA VARIABILIDAD CLIMÁTICA

La variabilidad climática y sus impactos en México, Centroamérica y la región del Caribe

En este estudio se monitorean las variables oceanográficas y atmosféricas que influyen sobre las precipitaciones estivales en Brasil, Colombia, México, Costa Rica, los Estados Unidos, Cuba y Jamaica (IAI 2003). Al mismo tiempo, se examinan los impactos de la variabilidad climática en diversos sectores socioeconómicos de algunos países: agricultura (México); generación de energía hidroeléctrica (Costa Rica); y recursos hídricos (México y los Estados Unidos). Se presentó un informe completo del segundo año ante el Consejo Científico del IAI, durante la reunión que tuvo lugar en la ciudad de México en mayo de 2002.

Las campañas son financiadas con recursos del IAI y un equivalente de aportes en especie por parte de los países participantes. En particular, la Universidad Nacional Autónoma de México ha cubierto el 75% del costo del tiempo de navegación. El Servicio Meteorológico de México ha brindado apoyo técnico y material adicional. De igual manera, varios Servicios Meteorológicos de la región pondrán a disposición de los participantes de este proyecto sus observaciones atmosféricas (IAI 2002a).

El modelo de mesoescala 5 (MM5) es una herramienta importante para el modelado regional del clima. La capacidad técnica adquirida en

el Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM en años recientes, ha sido transmitida a otros participantes del programa Collaborative Research Network, CRN y a grupos de meteorología de América Latina. Dicho Centro ofrece además estudios post-doctorales para realizar investigación en las áreas de la Agenda Científica del IAI. Veinte estudiantes graduados están participando activamente en el CRN, ya sea preparando sus tesis o directamente como parte de las campañas.

También se instrumentó un esquema regional de predicción del clima para preparar pronósticos de precipitaciones en el sector agrícola en México. Los resultados obtenidos en el año 2000 fueron alentadores y este enfoque se ha extendido ahora para tener información del clima para el sector pesquero.

Variabilidad climática para la mitigación de impactos en el complejo climático de la convergencia de los alisios

Este estudio reúne participantes de Ecuador, Colombia, Chile, Venezuela, Panamá, Costa Rica, México, Estados Unidos y Canadá (IAI 2003). Los resultados científicos alcanzados hasta ahora comprenden una descripción del clima de la región para el período 1961–1990, una descripción de las señales inter-estacionales en la región, datos vinculados a los efectos climáticos de los componentes El Niño Southern Oscillation (ENSO) y no ENSO de la variabilidad en el Pacífico ecuatorial oriental y una descripción de las anomalías de la precipitación en América Central.

Evaluación de la variabilidad climática pasada, presente y futura

Participan científicos de México, Perú, Bolivia, Chile, Canadá, Argentina y Estados Unidos, quienes han publicado algunas reconstrucciones preliminares de los patrones de temperatura y precipitación en

el pasado (IAI 2003). La información dendrocronológica de México, Cuba y Bolivia ha contribuido a la identificación y preservación de áreas naturales significativas en estos países. Es particularmente interesante destacar que los datos para México muestran un período de sequía severa durante el siglo XVI que puede relacionarse con brotes de fiebre hemorrágica responsables de la muerte de millones de nativos en México central, luego de la colonización española.

Diagnóstico y predicción de la variabilidad climática y los impactos en la salud humana en las Américas tropicales

Los objetivos centrales del proyecto son analizar la relación entre la salud y el clima, utilizar la investigación para generar conocimientos y comprender las asociaciones entre estas dos variables (IAI 2002b). Los resultados preliminares obtenidos de la comparación de años El Niño con años No Niño en un período de 12 años (1986-2000), muestran una diferencia en la cantidad de casos de malaria en cada mes, con diferencias significativas que aparecen desde enero a mayo y en julio, septiembre y octubre. Este análisis inicial también muestra que durante la segunda mitad de cada año, cuando aumenta la precipitación, pueden encontrarse diferencias en la cantidad de casos de dengue clásico en relación con los períodos El Niño y No Niño.

Gestión de riesgos de desastre ENOS en América Latina: propuesta de consolidación de una Red regional de investigación comparativa, información y capacitación desde una perspectiva social

Se tiene una base de datos completa de inventarios de desastres asociados con El Niño, La Niña, años neutros, así como con otros agentes oceánicos y atmosféricos de la variabilidad climática regional (IAI

20039. Estas bases de datos, construidas con la metodología y *software* DesInventar desarrollado por la Red, incluyen el período 1970 – 2002. En México se realiza una experiencia de gran valor llamada Equipo DesInventar Indígena, nombre con el que se denomina a una base de datos (en construcción), derivada de la base de datos «Desastres en comunidades con población indígena» y que pretende ser integrada a DesInventar».

TEMA 2: ESTUDIOS COMPARATIVOS DE ECOSISTEMAS, BIODIVERSIDAD, USOS DEL SUELO Y RECURSOS HÍDRICOS

Papel de la biodiversidad y el clima en el funcionamiento de los ecosistemas

Científicos de Argentina, Uruguay, Chile, Venezuela, México y Estados Unidos, han comentado que los cambios en el uso del suelo serán el factor determinante en las alteraciones de la biodiversidad de los ecosistemas naturales en este siglo (IAI 2003). Asimismo, estimaron que algunos ecosistemas serán más susceptibles que otros al cambio, como por ejemplo las praderas, los bosques tropicales y los ecosistemas mediterráneos.

Ciclos biogeoquímicos bajo cambios de uso de suelo en las regiones semiáridas de América

Científicos de Canadá, Argentina, Brasil, Venezuela y México, están investigando cómo el uso del suelo afecta los ciclos del carbono, el nitrógeno y el fósforo en las regiones semiáridas (IAI 2003). Algunos estudios realizados en Brasil y México mostraron que en aquellos lugares donde se ha intensificado el uso del suelo, se produjo una degradación en la calidad del mismo, en su fertilidad y en su capacidad de almacenamiento de carbono y que las tasas de reposición y

pérdida de materia orgánica en los suelos tropicales muestran una variación mayor a la esperada.

TEMA 3: CAMBIOS EN LA COMPOSICIÓN DE LA ATMÓSFERA, LOS OCÉANOS Y LAS AGUAS DULCES

Consortio Pacífico del Este para la investigación sobre cambio global en las regiones costeras y oceánicas

Los investigadores de Brasil, Estados Unidos, Ecuador, Perú, Colombia, México, Jamaica y Chile tratan de clarificar el papel de las regiones del pacífico, la variabilidad climática y cambio global y anticipar las consecuencias de estas fuerzas en los ecosistemas oceánicos y costeros regionales y las sociedades que interactúan recíprocamente con estos sistemas (IAI 2003).

TEMA 4: EVALUACIÓN INTEGRADA, DIMENSIONES HUMANAS Y APLICACIONES

Diagnóstico y predicción de la variabilidad climática y sus impactos en la salud humana tropical

La red de colaboradores de Brasil, Venezuela, Colombia, México, Estados Unidos y Jamaica recolectó datos climáticos y epidemiológicos sobre dengue y malaria que serán estandarizados para su incorporación al Sistema de Información y Datos del IAI (DIS).

Manejo de riesgo de desastres asociados al ENSO en América Latina

El estudio está conformado por investigadores de Perú, Colombia, Chile, Brasil, Ecuador, Argentina, Costa Rica, México y Estados Unidos y estudian el manejo de riesgo de desastres desde una perspectiva social.

El IAI estableció el Programa de Pequeños Subsidios (SGP) el 8 de noviembre de 2001, y aceptó propuestas que involucraban al menos a tres países miembros ratificados del IAI (IAI 2002a). A continuación se mencionan las propuestas en las que México tendrá participación.

- Bosques sustentables tropicales para el futuro. Esta investigación será guiada por Canadá y participarán Costa Rica y México.
- El desarrollo de una red interamericana para la caracterización de la química atmosférica y el futuro sustentable. Esta propuesta corresponde a la categoría de Taller y participarán México como líder, Brasil y Estados Unidos.
- Variabilidad climática en Mesoamérica: El café en México, Guatemala y Honduras. Esta investigación contará con la participación de Guatemala como líder, México y Estados Unidos.
- Comparación interamericana de la erosión genética de especies clave en praderas semiáridas con sobreexplotación por pastoreo. En esta investigación participarán México como líder, Argentina y Estados Unidos.
- Las dimensiones humanas de la conservación de la biodiversidad y el uso sustentable de los recursos marinos: una evaluación integrada de las lecciones a partir de tres iniciativas de administración en América. Esta propuesta corresponde a la categoría de Reporte Técnico, participarán México y Estados Unidos, bajo el liderazgo de Chile.
- Estudios comparativos inter hemisféricos de los efectos del ENSO en poblaciones: mecanismos de la inhibición y de la facilitación que determinan la restauración después de acontecimientos masivos de mortalidad. En esta investigación participarán México, Estados Unidos, bajo el liderazgo de Chile.

Se realizaron tres talleres anuales para presentar los avances de los programas del IAI:

- Piura, Perú en 2000.
- Buenos Aires, Argentina en 2001.
- México D.F., en 2002.

MÉXICO- REINO UNIDO

Representantes de la SEMARNAT y de la Agencia Ambiental del Reino Unido (DEFRA por sus siglas en inglés), expresaron en el 2002, su interés en avanzar hacia el cumplimiento de las metas del Protocolo de Kioto (Sener 2002b), a través de las acciones siguientes:

- * Aprovechar las oportunidades de cooperación, abiertas por los Mecanismos Flexibles del Protocolo de Kioto.
- * Colaborar en iniciativas que promuevan el desarrollo sustentable, dentro del contexto del Protocolo.
- * Realizar actividades de apoyo conjunto que ayuden a consolidar la integridad ambiental del Protocolo.
- * Avanzar en un nuevo marco de cooperación entre los países en vías de desarrollo y desarrollados.
- * Promover actividades sustentables en el sector energía.
- * Establecer instituciones nacionales e internacionales para el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

BIBLIOGRAFÍA

Banco Mundial 2002. Informe de avance del relleno sanitario en Monterrey.

CNA-SEMARNAT 2003. *Estadísticas del agua en México, 2003* [en línea]: Gerencia de Planeación Hidráulica, [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.cna.gob.mx.

——— 2002. *Compendio básico del agua en México 2002*. Disponible en: www.cna.gob.mx.

CONAE (Comisión Nacional para el Ahorro de Energía) 2002. Programa de promoción y venta de calentadores solares orientado al sector residencial en México. Disponible en: www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=1465>.

——— 2003a. Horario de verano 2002. Por una cultura del cuidado de la energía. Disponible en: www.conae.gob.mx/work/secciones/973/imagenes/hv2002fide.pdf.

——— 2003b. Ahorros estimados por la aplicación de NOM-ENER [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=287.

——— 2003c. Programa 2003 [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=287.

——— 2003d. Cogeneración 2003 [en línea] [fecha de consulta: febrero de 2003]. Disponible en: www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=25.

——— 2003e. Precios de energía, financiamiento y ESCOs [en línea] [fecha de consulta: febrero de 2003]. Disponible en: www.conae.gob.mx/wb/distribuidor.jsp?seccion=27.

CONAFOR-SEMARNAT (Comisión Nacional Forestal- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) 2002a. Informe de actividades 2002 [en línea] [fecha de consulta: enero de 2003]. Disponible en: www.conafor.gob.mx.

——— 2002b. Leyes [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.conafor.gob.mx/documentos_conafor/leyes.htm.

CONAPO (Consejo Nacional de Población) 1998. *Proyecciones de la población de México 1996-2050*. CONAPO, México.

——— 2002. *La situación demográfica de México, 2002* [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.conapo.gob.mx/publicaciones/2000/pdf/3Proydepob.pdf.

——— 2000. *La situación demográfica de México, 2000* [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.conapo.gob.mx.

El Norte 2002. Encabezan tapatíos generación de basura. 12 de agosto.

El Universal 2003. Parque Ecológico Jaguarundi: la UNAM, al rescate de la naturaleza. 13 de marzo.

FIDE (Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica) 2002. Presupuestos y logros en términos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero de los programas de ahorro y uso racional de la energía eléctrica en los años 2001-2002. Oficio SDPG/1136/02 enviado al INE. México, D.F., a 03 de octubre de 2002.

- 2003a. Informe del Comité Técnico: Avances logrados y ahorros obtenidos por sector y programa [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.fide.org.mx/resultados/index.html.
- 2003b. Horario de Verano [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.fide.org.mx/servicios/horverano.html.
- GDF, Gobierno del Distrito Federal. 2002a. Secretaría de Medio Ambiente: Programa de Protección Ambiental del D.F., 2002-2006 [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.sma.df.gob.mx/publicaciones/otros/prot_amb/prot_sma_2002/indice.htm.
- 2002b. Dirección de General de Comunicación Social: Sexto informe trimestral del avance de las actividades del Gabinete de Desarrollo Sustentable. [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.comsoc.df.gob.mx/documentos/desarrollo.pdf.
- IAI (Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Climático). 2003. Informe Bianual 2000-2002 [en línea] [fecha de consulta: febrero de 2003]. Disponible en: www.iai.int.
- 2002a. Programas vinculados al IAI. *IAI News Letter Issue 28*: 19.
- 2002b. Resultado de actividades científicas. *IAI News Letter Issue 29*: 6-11.
- IEA-OECD, International Energy Agency y Organization for Economic Co-operation and Development. 2002. CO₂ emissions from fuel combustion 1971-2000. Paris, Francia.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática) 2003a. Indicadores económicos de coyuntura [en línea] [fecha de

consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.dgcnesyp.inegi.gob.mx.

——— 2003b. Estadísticas a propósito del día mundial del medio ambiente, datos nacionales [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: <http://www.ine.gob.mx/download/mediambiente.pdf>.

INE-SEMARNAP (Instituto Nacional de Ecología- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca) 1997. *Primera Comunicación Nacional ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. México.

——— 2000. Segundo Inventario de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1994-1998. Disponible en disco compacto y en: www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=362&id_tema=1&dir=Consultas.

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

——— 2002a. Potencial de la investigación científica y tecnológica en materia de cambio climático [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.ine.gob.mx/dgicurg/potencial.html.

——— 2002b. *Gaceta ecológica* [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/consultaPublicacion.html?id_pub=367&id_tema=13&dir=Consultas.

——— 2002c. Sistema de información para la toma de decisiones y elaboración de comunicaciones nacionales en materia de cambio climático [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/inventario.

——— 2003a. Nota informativa de Adrián Fernández Bremauntz a Exequiel Ezcurra sobre el Sistema de Información Geográfica. México.

- . 2003b. La modelación de la deforestación en México e implicaciones para proyectos de captura de carbono [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.ine.gob.mx/dgicurg/cclimatico/deforest.html.
- ITESM (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores Monterrey) 2002. Centros de Investigación [en línea] [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: www.itesm.mx/dia/centros.
- Magaña, V. 2002. Adaptación al Cambio Climático, Hermosillo, Sonora: un caso de estudio. Informe final presentado al Instituto Nacional de Ecología. México, 30 pp.
- Magaña, V., y C. Gay. 2001. Vulnerabilidad y Adaptación Regional ante el Cambio Climático y sus Impactos Ambiental, Social y Económicos. Informe final presentado al Instituto Nacional de Ecología. México, 31 pp.
- Mckinley, G. 2002. Beneficios para la salud del control conjunto de la contaminación atmosférica urbana y de las emisiones de gases de efecto invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México. Propuesta presentada al INE como documento preparatorio para la aprobación del estudio con el mismo nombre, México, D.F., septiembre de 2002.
- Presidencia de la República 2002. Segundo informe de gobierno [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: informe.presidencia.gob.mx/Informes/2002Fox2/website/cfm/index.cfm.
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo) 2003. Premio Ecuador [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.Undp.org/equatorinitiative/spanish/equator_prize_2002.html.

- PEMEX (Petróleos Mexicanos) 2003. Informe de seguridad, salud y medio ambiente 2002 [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: < <http://www.pemex.gob.mx/index.cfm/action/content/sectionID/1/catID/237/index.cfm?action=content§ionID=1&catID=237>>.
- 2002. Informe de seguridad, salud y medio ambiente 2001 [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.pemex.gob.mx/index.cfm/action/content/sectionID/1/catID/237/index.cfm?action=content§ionID=1&catID=237>.
- Salmones, L. 2003. Infraestructura de agua potable en la producción de vivienda. En: VII Congreso Nacional de Cabildo y DIF Municipal, Asociación de Municipios de México, A.C. México, D.F. , julio de 2002.
- Samaniego, J.L. 2002. Gestión para la introducción de alternativas de transporte para la zona metropolitana del valle de México. En: Presentación de Resultados del Estudio sobre el Control Conjunto de la Contaminación Atmosférica Urbana y de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México. México, D.F, 26-27 de agosto de 2002.
- SEMARNAT 2003a. Cumbre Mundial para el Desarrollo Sostenible, Johannesburgo [en línea] [fecha de consulta: 2003]. Disponible en:<<http://www.sermarnat.gob.mx>>.
- 2003b. Colaboración México y EUA en materia de Cambio Climático. Oficio UCAI/0431/2003 enviado al INE para la confirmación de las actividades realizadas en el tema, México, D.F., 22 de enero.
- 2002. Foro de Información y Consulta acerca del Cambio Climático. México, D.F., 15 de octubre de 2002.
- 2001. Principales Actividades del 2001: Inventario Nacional Forestal [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible

en:www.sermarnat.gob.mx/comicacionsocial/accionestitulo05.html.

SENER (Secretaría de Energía) 2003a. Comunicación personal con representantes de la Dirección General de Información y Estudios Energéticos. México, D.F.

——— 2003b. Programa de Investigación y Desarrollo Tecnológico del Sector Energía 2002-2006 (PIDTSE) [en línea] [fecha de consulta: enero de 2003]. Disponible en: 200.23.166.205/energia/sniet/pidtse.doc.

——— 2002a. Balance Nacional de Energía 2001. México.

——— 2002b. Política Energética de México hacia el Desarrollo Sustentable. En Conferencia México-Reino Unido sobre cambio climático, México, D.F., octubre de 2002.

SHCP (Secretaría de Hacienda y Crédito Público) 2002. Criterios Generales de Política Económica para el 2002 [en línea] [fecha de consulta: 2002]. Disponible en: www.shcp.gob.mx/docs/cgpe2002/cgpe2002.pdf.

——— 2003. Evolución de la economía mexicana durante 2002 [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en: www.shcp.gob.mx.

Sheinbaum, C., L.V. Ozawa, O. Vásquez y G. Robles. 2000. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero asociados a la producción y uso de energía en la Zona Metropolitana del Valle de México. Reporte Final del Grupo de Energía y Medio Ambiente de la UNAM a la Comisión Ambiental Metropolitana.

UDLA (Universidad de las Américas, Puebla) 2003. Investigación [en línea] [fecha de consulta: junio de 2003]. Disponible en www.udlap.mx/posgrado/pec.html.

UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México) 2002a. Centro de Ciencias de la Atmósfera; Líneas de Investigación [en línea]:[fecha

de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: serpiente.dgsca.unam.mx/cca/.

- 2002b. Instituto de Ecología; Implementación de Plantaciones Energéticas bajo un Esquema y Manejo Sustentable en el Sector Forestal Nacional. Propuesta de Estudio presentada al Instituto Nacional de Ecología, Morelia Michoacán, 2002.
- 2002c. Instituto de Geografía [en línea] [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: www.igeograf.unam.mx.
- 2002d. Instituto de Ingeniería; Red de Cambio Climático [en línea] [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: pumas.iingen.unam.mx/geyma/homepage.html.
- 2002e. Programa Universitario de Energía [en línea] [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: www.sid.unam.mx/pue.html.
- 2002f. Programa Universitario de Medio Ambiente [en línea] [fecha de consulta: 29 de noviembre de 2002]. Disponible en: www.unam.mx/puma/.

Vázquez, O. 2002. Plan de Acción Climática en el Distrito Federal. En: Presentación de Resultados del Estudio sobre el Control Conjunto de la Contaminación Atmosférica Urbana y de las Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Zona Metropolitana del Valle de México. México, D.F., 26-27 de agosto de 2002.

West, J., P. Osnaya, I. Laguna, J. Martínez, A. Fernández 2002. Co-control of Urban Air Pollutants and Greenhouse Gases in México City, México, D.F., 86 pp.

Este libro se terminó de imprimir en los talleres de la empresa Jiménenez Editores e Impresores, en la Ciudad de México durante el mes de noviembre de 2003.

Se tiraron 1,000 ejemplares.