

EL COLEGIO DE MÉXICO A.C.

Centro de Estudios Internacionales

MÉXICO ANTE EL RÉGIMEN INTERNACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

T E S I S

Que para obtener el título de

LICENCIADO EN RELACIONES INTERNACIONALES

Presenta:

FRANCISCO HERNÁNDEZ ARESTI

México, D.F.

1998

INDICE

Prefacio.....	p.iii
Introducción: México ante el desafío del cambio climático	p. 1
I. La evolución del régimen internacional de cambio climático.....	9
1. El consenso científico: los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas en 1990 y 1995.....	10
2. La Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas.....	24
3. Las Sesiones de la Conferencia de las Partes: Berlín 1995, Ginebra 1996, Kyoto 1997.....	32
4. México ante la evolución del régimen internacional de cambio climático.....	36
II. Economía política internacional de las negociaciones sobre cambio climático.....	41
1. Intereses nacionales divergentes ante un desafío global.....	43
2. Actores, coaliciones e intereses.....	49
3. Perspectivas para la adopción de un Protocolo internacional de cambio climático: las distintas propuestas.....	53
4. El régimen necesario y el acuerdo de Kyoto.....	59
III. México ante el desafío del cambio climático.....	66
1. La vulnerabilidad territorial de México ante el cambio climático.....	67
2. La contribución de México a la generación del fenómeno.....	74
3. Las opciones de mitigación disponibles en el contexto nacional.....	82
4. El impacto de las medidas de mitigación sobre la economía nacional.....	93
5. Las consecuencias para México de la evolución del régimen internacional de cambio climático: los escenarios posibles.....	96
6. la definición del interés nacional en materia de cambio climático.....	101
7. La concertación de una política nacional de cambio climático entre los actores relevantes.....	104
IV. Conclusiones: El interés nacional en materia de cambio climático; hacia la definición de una postura de negociación.....	109
Referencias.....	117

Prefacio

A principios de 1997, un grupo integrado por académicos, funcionarios públicos y representantes del sector empresarial comenzaron a debatir el reto que planteaba para México la probable evolución del régimen internacional de cambio climático.

Esta preocupación fue estimulada por comentarios públicos de algunos altos funcionarios de la *Environmental Protection Agency* (EPA) del gobierno de los Estados Unidos, en el sentido de que dicho país buscaría promover la adopción de mayores compromisos a los acordados en el texto de la Convención Marco de Cambio Climático de las Naciones Unidas, por parte de los países en vías de desarrollo *avanzados*, tales como México y Corea. Estos compromisos, esencialmente la obligación (vinculante) de estabilizar, al igual que los países más desarrollados –los que integran el Anexo I de la Convención–, las emisiones nacionales de gases de invernadero, deberían ser asumidos durante la Tercera Conferencia de las Partes, que tendrá lugar en Kyoto en diciembre de 1997. Los funcionarios estadounidenses resaltaron además que su gobierno no descartaba la adopción de medidas comerciales como instrumento de presión para lograr sus objetivos. Estos comentarios fueron hechos durante un taller sobre medidas de mitigación de gases de invernadero, organizado por la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte y celebrado en Toronto a fines de enero, en el que participaron representantes de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, así como académicos y empresarios mexicanos.¹

A partir de dicho evento y luego de una serie de reuniones informales entre representantes de los sectores arriba mencionados, las autoridades ambientales de México decidieron convocar a una consulta pública en torno a las opciones y alternativas de política que planteaba el escenario nacional, a fin de enfrentar el desafío del cambio climático y la evolución del régimen internacional en la materia.

¹ Olga Ojeda y Hugo Contreras, comunicación personal.

En el mes de marzo, la Unidad de Convenios y Acuerdos Internacionales del Instituto Nacional de Ecología, junto con la Unidad Coordinadora de Análisis Económico y Social de la SEMARNAP, convocaron a un equipo de consultores académicos para que, en colaboración con el Centro de Estudios del Sector Privado para el Desarrollo Sustentable del Consejo Coordinador Empresarial, llevaran a cabo la consulta sobre cambio climático entre aquellos actores no gubernamentales que tuvieran la capacidad de desarrollar medidas eficaces de adaptación, mitigación o prevención en relación al problema, en particular las empresas del sector energético, la iniciativa privada, los organismos ambientalistas no gubernamentales y los expertos del medio académico.

El autor del presente trabajo fue uno de los consultores responsables de llevar a cabo la consulta que tuvo lugar entre los meses de mayo y agosto, y cuyo objetivo original fue el de promover un debate informado entre los diversos actores nacionales, en torno al reto que planteaba el cambio climático, así como sobre las alternativas de política disponibles. Se hizo énfasis en la necesidad de transmitir y generar información detallada tanto sobre las consecuencias para el país del fenómeno natural, como sobre los costos y beneficios implícitos en cada opción de política. En particular, la consulta tuvo por objeto contribuir a la formulación de una posición de negociación para el país ante la Conferencia de Kyoto. La Conferencia sería determinante para el futuro del régimen internacional de cambio climático, por lo que la posición de México debería ser el resultado de un consenso entre los actores nacionales relevantes.

De manera paralela a la consulta pública se ha desarrollado un proceso de consulta y negociación entre las instancias gubernamentales involucradas en la regulación de las emisiones atmosféricas de gases de invernadero: además de las autoridades ambientales, diversas áreas de las Secretarías de Energía, Hacienda y Crédito Público, Relaciones Exteriores y Comercio y Fomento Industrial, entre otras. Aunque este proceso no ha sido responsabilidad de los consultores académicos, éstos han tenido acceso a varias de las reuniones gubernamentales en la materia, y parte de la información aquí utilizada se originó en dichas eventos.

A la fecha, ninguno de los dos procesos ha concluido. El debate nacional e internacional en torno al desafío que plantea el fenómeno del cambio climático continuará quizá con más intensidad a partir de la Conferencia de Kyoto. Este estudio busca sintetizar lo que desde la perspectiva del autor son las opciones de política disponibles para México ante la evolución del régimen internacional en la materia.

La perspectiva del autor se vio enormemente beneficiada por las múltiples discusiones con Olga Ojeda del ITAM, Hugo Contreras de la SEMARNAP y Francisco Gil Villegas del Centro de Estudios Internacionales de El Colegio de México A.C. Carlos Gay puso a disposición del autor todo el acervo de información disponible en el INE en materia de cambio climático, incluyendo la más actualizada. Las conclusiones del presente trabajo son, no obstante, responsabilidad exclusiva del autor.

El documento de información *México ante el desafío del cambio climático*, presentado en el Taller de Expertos llevado a cabo el 6 de octubre de 1997 en El Colegio de México A.C., fue elaborado por el autor de esta tesis, en colaboración con Olga Ojeda y Ramón Pérez-Gil; dicho documento reproduce algunas de las gráficas incluidas y las ideas desarrolladas originalmente en la presente tesis, una versión de la cual fue presentada para dictamen al Centro de Estudios Internacionales en septiembre de 1997.

México D.F., enero de 1998.

INTRODUCCIÓN: MÉXICO ANTE EL DESAFÍO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

El tema del cambio climático plantea un doble desafío para México: por un lado los posibles impactos del fenómeno sobre el territorio nacional serán, si la teoría y los modelos disponibles se verifican, más severos que el promedio de los impactos esperados a escala mundial. Por otro lado, la evolución del régimen internacional en la materia plantea tanto riesgos como oportunidades para el país: el riesgo de que el régimen sea ineficaz para prevenir o mitigar los peores efectos del fenómeno; el riesgo de que un régimen demasiado drástico prescriba reducciones de emisiones de gases de invernadero para los países en desarrollo más industrializados, lo que podría representar un obstáculo para el crecimiento de la capacidad productiva nacional; el riesgo de enfrentar medidas de presión, comerciales y diplomáticas, para aceptar los compromisos de tal régimen. Por el lado de las oportunidades cabe destacar la de contribuir al establecimiento de un régimen internacional eficaz que prescriba reducciones drásticas para los países con mayor índice de emisiones; la oportunidad de aprovechar los flujos financieros, comerciales y tecnológicos previstos por el régimen bajo el mecanismo de Instrumentación Conjunta; la de adoptar una estrategia de desarrollo más compatible con la sustentabilidad ambiental, y por ello, menos costosa en el largo plazo.

La hipótesis del cambio climático plantea que las actividades humanas, principalmente la combustión de hidrocarburos para la generación de energía y la deforestación tropical, al alterar la composición química de la atmósfera, están alterando el clima del planeta. En el futuro, esta alteración puede tener consecuencias catastróficas e irreversibles, tanto para los ecosistemas como para los asentamientos y actividades humanas. En esencia, el sistema climático describe las condiciones de habitabilidad que permitieron el proceso evolutivo y el emplazamiento de las actividades humanas. En el presente, la teoría está avalada por un alto grado de consenso dentro de la comunidad científica internacional, si bien persisten numerosas incógnitas en torno a la magnitud, los plazos temporales y la localización geográfica exacta de los efectos que tendrían las alteraciones climáticas.

El funcionamiento del sistema climático se conoce de manera imperfecta, por lo que la capacidad predictiva de la hipótesis es aún inexacta. Si bien se conocen los principales elementos y procesos que conforman el clima, en especial el llamado “efecto invernadero”, todavía se desconocen algunos de los principales vínculos entre los distintos elementos climáticos.¹ Estas incógnitas son cruciales para la capacidad predictiva de la teoría. A pesar de la incertidumbre que generan, la evidencia cada vez más concluyente en torno a la causalidad del fenómeno en el aumento de las concentraciones atmosféricas de los gases que causan el efecto invernadero (en adelante GI), ha llevado a la comunidad internacional a negociar el establecimiento de un régimen cuyo propósito es evitar o reducir los impactos adversos del cambio climático. Esto mediante la estabilización de las concentraciones

¹Entre estas incógnitas, las más relevantes involucran la interacción entre el océano y la atmósfera, la capacidad del océano para absorber calor y carbono, el papel que juegan las nubes en el funcionamiento del sistema, el volumen de carbono atmosférico que es capturado por los ecosistemas terrestres en los ciclos biogeoquímicos, los múltiples efectos de retroalimentación o *feedbacks* entre los diversos procesos climáticos.

atmosféricas de dichos gases a niveles que eviten una “interferencia peligrosa con el sistema climático” (ONU, 1992).

La estabilización de las concentraciones atmosféricas de GI (en especial el bióxido de carbono, el más abundante después del vapor de agua, al igual que el metano, los óxidos de nitrógeno, los clorofluorocarbonados -en adelante CFCs²- y el ozono troposférico) requerirá reducir las emisiones antropogénicas de los mismos. Ello implica modificar radicalmente la estructura productiva y los modelos de desarrollo vigentes en el presente, hacia sistemas productivos y tecnológicos menos dependientes de los hidrocarburos como fuente de energía; en el corto y mediano plazo implica también la instrumentación de estrategias eficaces para detener la deforestación tropical.

El desarrollo de un régimen eficaz para prevenir el cambio climático plantea un desafío crucial para el futuro de las relaciones internacionales. Debido a la magnitud, el horizonte temporal y la escala geográfica de los posibles efectos del fenómeno, el tema plantea quizá el más global de los problemas que enfrentará la comunidad internacional en el futuro, tanto próximo como lejano. La problemática que subyace al desarrollo de dicho régimen resulta inextricablemente compleja, en parte por la persistencia de múltiples incertidumbres (además de las de orden científico) de orden político, socioeconómico y diplomático. Tanto el origen como las opciones de mitigación del fenómeno involucran a los patrones de desarrollo socioeconómico vigentes, así como la distribución internacional de la capacidad productiva, el comercio, el consumo, los recursos energéticos y los naturales. La

² La producción, el comercio y el uso de estas sustancias son objeto de regulación internacional por medio de la Convención de Viena de 1985 y el Protocolo de Montreal de 1987.

propagación de los sistemas tecnológicos resulta también relevante, al igual que los ritmos de crecimiento de la población mundial. Por ello, la necesidad de desarrollar oportunamente un régimen eficaz de cambio climático constituye “el hilo de la madeja” (utilizando la metáfora propuesta por Víctor Urquidí) en la evolución de las relaciones internacionales en el contexto de la globalización.

El tema del cambio climático comenzó a cobrar relevancia en foros internacionales de negociación a partir de la creación, en 1988, del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (en adelante PICC) de las Naciones Unidas, como la instancia responsable de generar la información científica más autorizada en torno al fenómeno, que serviría de fundamento para las negociaciones en la materia entre los gobiernos. El primer Informe del Panel, publicado en 1990, constituyó el soporte científico de las negociaciones que llevaron a la formulación de la Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas (en adelante la Convención), la que fue firmada por la mayoría de los países participantes en la Conferencia sobre Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización, celebrada en junio de 1992 en Rio de Janeiro.

La Convención consagra compromisos “recíprocos pero diferenciados” para los países de mayor nivel de desarrollo e ingreso por una parte, incluidos en el Anexo I (los países miembros en 1992 de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico más las llamadas economías en transición), y para los países en vías de desarrollo por otra. Esta explícita diferenciación de las obligaciones de los países por nivel de desarrollo, refleja el hecho de que, como se verá más adelante, fueron las economías más desarrolladas las que originaron el problema debido a sus altos niveles de consumo energético y emisiones de

gases de invernadero, si bien los escenarios futuros alterarán la responsabilidad relativa entre Norte y Sur.

El segundo informe del PICC, publicado en 1995, confirmó en forma categórica la detección de “una interferencia (antropogénica) discernible en el sistema climático”, además de concluir que los compromisos contenidos en la Convención eran insuficientes para lograr el objetivo de la misma: estabilizar el clima. La Primera Sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención tuvo lugar ese mismo año en Berlín, donde se acordó negociar un Protocolo con obligaciones vinculantes, eficaz en la prevención del fenómeno, mismo que deberá ser adoptado durante la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes, la que tendrá lugar en Kyoto en diciembre de 1997. Algunos gobiernos han comenzado a circular diversas propuestas de Protocolo que contemplan concepciones divergentes en torno a la naturaleza, el contenido y los plazos en que deberán ser adoptadas las llamadas obligaciones vinculantes.

A principios de 1997, funcionarios de la *Environmental Protection Agency* (EPA) del gobierno de los Estados Unidos hicieron público que su gobierno buscaría promover la adopción de mayores compromisos a los acordados en el texto de la Convención por parte de los países en vías de desarrollo *avanzados*, tales como México y Corea. Estos compromisos, esencialmente la obligación (vinculante) de estabilizar, al igual que los países que integran el Anexo I, las emisiones nacionales de gases de invernadero, deberían ser asumidos durante la Conferencia de Kyoto (EUA: EPA, 1997: *Draft Protocol on Climate Change*). Los funcionarios estadounidenses resaltaron además que su gobierno no descartaba la adopción de medidas comerciales como instrumento de presión para lograr

sus objetivos.³ En fecha reciente, la Unión Europea se ha sumado a la propuesta de los Estados Unidos. A raíz de estas declaraciones, un grupo integrado por académicos, funcionarios públicos y representantes del sector empresarial comenzaron a debatir el reto que planteaba para México la probable evolución del régimen internacional de cambio climático. A la fecha no existe un consenso entre los actores nacionales relevantes (las empresas del sector energético, la industria, las autoridades ambientales, la Secretaría de Energía, la de Relaciones Exteriores) en torno a cuál deberá ser la postura que adopte el país ante las negociaciones internacionales sobre cambio climático. Existe, sin embargo, una amplia preocupación sobre los límites que mayores compromisos internacionales pudieran representar para las perspectivas de desarrollo del país. En particular se teme que la imposición externa de topes a las emisiones de GI constituyan un obstáculo para alcanzar niveles de desarrollo que asumen una demanda mayor de energía de origen fósil.

El presente trabajo se propone explorar las implicaciones para México tanto del fenómeno de cambio climático en sí como del desarrollo de un régimen internacional en la materia, con el objeto de definir una postura de negociación que refleje el interés nacional y que incida eficazmente en la evolución del mismo. A fin de alcanzar una definición del interés nacional ante el régimen internacional de cambio climático se analizará, en primer término, la evolución del mismo, desde los elementos que sustentan el consenso científico en torno a la causalidad del fenómeno, hasta los compromisos internacionales vigentes a la fecha. El segundo capítulo aborda el contexto de economía política internacional en el que se han

³ Estos comentarios fueron externados durante un taller sobre medidas de mitigación de gases de invernadero, organizado por la Comisión de Cooperación Ambiental de América del Norte y celebrado en Toronto a fines de enero, en el que participaron representantes de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y

inscrito las negociaciones sobre cambio climático, analizando las diversas configuraciones de intereses que conforman las distintas coaliciones que se han articulado para enfrentar el problema, manteniendo posturas divergentes. El tercer capítulo analiza en mayor detalle la contribución de México a la generación del problema, su vulnerabilidad territorial ante el fenómeno, las opciones de mitigación disponibles en el escenario nacional, su posible impacto sobre la capacidad productiva del país y las probables consecuencias de la evolución del régimen internacional en la materia.

El cuarto capítulo concluye con el argumento de la tesis: México debe contribuir al desarrollo oportuno de un régimen internacional eficaz en la prevención o mitigación del fenómeno de cambio climático. La racionalidad (y la legitimidad) de esta postura descansa en el hecho de que, de acuerdo con los modelos climáticos y las predicciones científicas disponibles, éste será uno de los países más expuestos a sufrir impactos territoriales adversos, a pesar de su contribución marginal a la generación del problema. La eficacia del régimen dependerá de la adopción de obligaciones vinculantes que prescriban reducciones drásticas de las emisiones de GI y el desarrollo de medidas de mitigación en un plazo perentorio, tanto para los principales emisores históricos, es decir, los países de mayor nivel de desarrollo e ingreso integrantes de la OCDE, como de los grandes emisores emergentes como China e India.

Pesca, así como académicos y empresarios mexicanos (Olga Ojeda y Hugo Contreras, comunicación personal).

No obstante lo anterior, debido a que México cuenta con un sistema energético poco eficiente, dependiente de los combustibles fósiles y a que exporta un volumen importante de hidrocarburos, el país deberá realizar esfuerzos importantes para limitar el crecimiento esperado de sus emisiones de gases de invernadero. Ello por consideraciones tanto de eficiencia económica como ante el riesgo de posibles presiones comerciales y diplomáticas por parte de sus socios comerciales. El potencial de captura de carbono atmosférico de los ecosistemas forestales de México representa una opción de mitigación significativa, en la medida en que se logre poner fin a la deforestación. El mecanismo de Instrumentación Conjunta previsto en la Convención puede convertirse en una fuente importante de recursos financieros ante las dificultades que enfrentarán los principales emisores para abatir sus niveles de emisiones. Sin embargo, ello dependerá de la adopción de regulaciones internacionales eficaces a partir de la Conferencia de Kyoto.

Las preguntas que el presente trabajo se propone responder son:

¿En qué consiste el régimen internacional de cambio climático? ¿Qué compromisos y obligaciones lo definen actualmente? ¿Cuál es la probable evolución del mismo después de 1997? ¿Qué consecuencias podría generar dicha evolución para México? ¿Puede el país contribuir a abatir el fenómeno? ¿Cuál sería el impacto de la adopción de medidas de mitigación sobre la economía nacional? ¿Cuál es el interés nacional ante el fenómeno de cambio climático y ante el desarrollo del régimen internacional en la materia?

I. LA EVOLUCIÓN DEL RÉGIMEN INTERNACIONAL DE CAMBIO CLIMÁTICO

Los avances en la comprensión científica y la progresiva acumulación de evidencia empírica sobre el funcionamiento del sistema climático han sido determinantes en la evolución del régimen internacional en la materia. Aunque algunos de los elementos de la teoría fueron formulados hace más de cien años, y a pesar de que el efecto invernadero fue comprobado hace varias décadas, fue la sucesión de eventos meteorológicos extremos de los años setenta y ochenta lo que llevó a la Organización Meteorológica Mundial y al Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas a establecer, en 1988, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (Hecht y Tirpak, 1995).

El presente capítulo resume los elementos que describen al consenso de la comunidad científica internacional en torno a la causalidad del fenómeno, a partir de la publicación, en 1990, del primer informe del Panel. Dicho consenso sirvió de fundamento para la negociaciones que llevaron a la formulación de la Convención de Cambio Climático firmada en Río en 1992. A partir de ese año, los avances reportados en el segundo informe del Panel, publicado en 1995, han sido el soporte de las negociaciones sobre el futuro de la Convención, en particular durante la Primera y Segunda sesiones de la Conferencia de las Partes, llevadas a cabo en Berlín en 1995 y Ginebra en 1996, respectivamente. La Tercera

Sesión, que tuvo lugar en Kyoto en diciembre de 1997, determinó el futuro del régimen a partir de los nuevos elementos que definen el status del conocimiento científico sobre el fenómeno.

1. El consenso científico: los informes del Panel Intergubernamental de Cambio Climático de las Naciones Unidas en 1990 y 1995

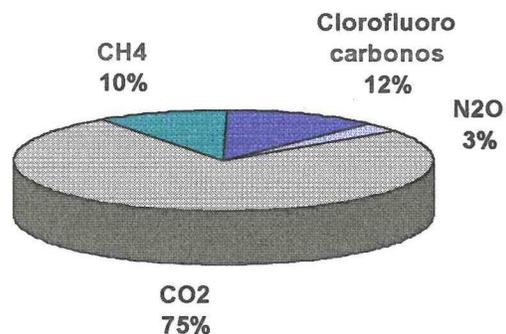
La mayor parte del conocimiento científico sobre el funcionamiento del sistema climático antecede a la creación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático. No obstante, fue a partir de su establecimiento en 1988, que comienza a articularse un consenso internacional en torno a la causalidad de una posible alteración global del sistema, de origen antropogénico. El Panel está integrado por cerca de 2 mil especialistas de múltiples disciplinas que incluyen, además de las ciencias atmosféricas y naturales, a diversas disciplinas sociales como la economía y la demografía. Los dos Informes emitidos a la fecha por el organismo (1990 y 1995) representan el consenso de la comunidad científica en torno a las principales dimensiones que representa cada uno de los cuatro equipos de trabajo en que se dividió al organismo: I Evaluación del conocimiento científico; II Medidas y tecnologías de mitigación y adaptación; III Impactos económicos y sociales; IV Aspectos políticos e institucionales (Ramakrishna y Young, 1992, Hayes y Smith, 1993).

La mayor parte de la comunidad científica internacional apoya la hipótesis según la cual las emisiones de los gases que causan el efecto invernadero constituyen el origen del fenómeno de cambio climático, a escala global. Estos gases forman parte de manera natural de la composición de la atmósfera y poseen propiedades radiativas sobre el calor que emite la superficie terrestre. A pesar de ello, las emisiones antropogénicas de dichos gases, resultantes de la combustión de hidrocarburos, la deforestación y otras actividades como los procesos industriales y la producción agropecuaria, están alterando la composición química de la atmósfera al aumentar artificialmente sus concentraciones.

Las concentraciones atmosféricas de los GI son minúsculas, y se miden en partes por millón, partes por mil millones y partes por millón de millones de volumen; por ello se conocen también como “gases traza”; éstos son: el bióxido de carbono (CO_2), con 75% del volumen total de GI; el metano (CH_4) con el 10%; los clorofluorocarbonados (los CFCs son los únicos GI completamente artificiales) con el 12% y los óxidos de nitrógeno (NO_x), principalmente el óxido nitroso (N_2O) con el restante 3%.⁴ Junto con el vapor de agua, estos gases atrapan parte de la radiación infrarroja o de onda larga (calor) que emite la tierra al reflejar la energía solar, calentando la superficie terrestre en 33°C (Houghton, 1990). Esta retención e calor es lo que se conoce como “efecto invernadero”, un proceso esencial dentro del sistema climático. En ausencia de estos gases la temperatura promedio del planeta sería de 18°C *bajo cero*, en lugar de 15°C como ocurre en el presente (Solow, 1991).

⁴ Los CFCs son objeto de regulación internacional por medio de la Convención de Viena de 1985 y del Protocolo de Montreal de 1987. El ozono de la tropósfera es también un GI, sin embargo no es resultado de emisiones sino de procesos fotoquímicos que descomponen a sus precursores, tales como el benceno; por ocurrir en las capas bajas de la atmósfera, su efecto no es global sino local.

Composición de los gases de invernadero en la atmósfera



Fuente: Rudiger Dornbusch y James M. Poterba. (1991): *Global Warming: Economic Policy Responses*. Massachusetts Institute of Technology, p. 36.

Estas concentraciones atmosféricas naturales son resultado de numerosos procesos biogeoquímicos, intrínsecamente ligados al funcionamiento del sistema climático, mediante flujos de energía y compuestos orgánicos entre los distintos compartimentos de dicho sistema: la atmósfera, el océano y la biósfera. Estos ciclos consisten principalmente en la producción primaria de materia orgánica a partir de la fotosíntesis, la descomposición orgánica, el reciclaje de nutrientes, la respiración, la evapotranspiración vegetal y el intercambio gaseoso, entre otros. Estas funciones de los ecosistemas tanto terrestres como marinos determinan los ciclos globales del carbono y del nitrógeno, incidiendo a su vez en la temperatura de la superficie terrestre, los regímenes pluviométricos, los sistemas de presión, los patrones de circulación de los vientos y los ciclos hidrológicos (IPCC, 1990; “Reading the patterns”, *The Economist*, 1 abril 1995; Houghton, 1990).

Aunque el efecto invernadero se conoce con bastante precisión, el resto de los procesos que intervienen en el funcionamiento del sistema climático se conoce de manera imperfecta. Dadas las múltiples y complejas interacciones entre los diversos componentes y procesos, en especial los posibles vínculos entre unos y otros, así como los efectos de retroalimentación o *feedbacks*, persisten aún numerosas incógnitas. En el caso del ciclo global del carbono, se conocen los principales procesos que intervienen, sus fuentes, sumideros y reservorios con relativa precisión (Houghton, 1990; "Reading the patterns", en: *The Economist*, 1 abril, 1995). Sin embargo, se desconocen los volúmenes exactos de carbono que son emitidos, capturados y almacenados en cada proceso y compartimento. Por este motivo no ha sido posible establecer a ciencia cierta cuál es la contribución de los ecosistemas terrestres, en especial las formaciones forestales, a la estabilización de la composición química de la atmósfera.

En términos generales se cree que los bosques y selvas tropicales constituyen en el presente fuentes netas de carbono atmosférico, debido a las tasas de deforestación documentadas para los países con las mayores masas forestales tropicales (Brasil, China, India, Indonesia, Malasia, México y Tailandia)⁵. Por el contrario, existe evidencia que hace suponer que los bosques de las latitudes templadas y boreales son sumideros netos de carbono atmosférico. Las masas forestales absorben grandes cantidades de carbono atmosférico mientras están en crecimiento, almacenándolo en los tejidos de las especies arbóreas; los bosques y selvas maduros por el contrario, tienen un balance de carbono en equilibrio con la atmósfera, es

⁵ Zaire cuenta también con un porcentaje importante de las masas forestales tropicales, pero registra una tasa de deforestación relativamente baja. Otros países con recursos forestales extensos son Perú, Ecuador, Colombia y Bolivia.

decir, emiten tanto carbono a través de la evapotranspiración y respiración como absorben mediante la fotosíntesis (Houghton, 1990; Kanninen y Toumasjukka, 1994).

Las emisiones globales de carbono resultantes de la deforestación tropical se estiman entre una quinta y una cuarta parte de las emisiones antropogénicas totales. La diferencia fundamental entre estas emisiones y las resultantes de la quema de hidrocarburos es de índole cualitativa: estas últimas formaban parte del sistema climático en el presente geológico y son por lo tanto reciclables; el carbono de los combustibles fósiles por el contrario, estuvo fuera del sistema climático durante millones de años (Houghton, 1990).

L1 Tabla
Balance global de carbono (estimaciones)

Componente	PICC (1990) (1) GtonsC/año	Nuevas estimaciones (1993) (2) GtonsC/año
A. Emisiones antropogénicas	6.8	5.9
1. Quema de hidrocarburos	5.0	5.0
2. Deforestación tropical	1.8	0.9
B. Incremento atmosférico	3.0	3.0
C. Sumideros	3.8	2.9
1. Absorción en el océano	1.6	1.6
2. Bosques templados y boreales	2.2	0.4
3. Sumidero desconocido	-	0.9

FUENTE: (1) IPCC (1990): *Climate change; The IPCC Scientific Assessment (Working Group I)*; Cambridge, R.U. Cambridge University Press.

(2) Kanninen, M. Y T. Toumasjukka (1994): "Forests and the global carbon balance" en: *First workshop on the Mexico's Country Study*, México. INE.

El aumento continuo de las concentraciones atmosféricas de gases de invernadero (GI) desde el inicio de la era industrial, ha llevado a los científicos a predecir una elevación de la temperatura de la superficie terrestre causada por una mayor retención de la radiación infrarroja. Aunque la atmósfera ha sufrido cambios naturales en su composición a lo largo de miles de millones de años, las actividades humanas pueden estar produciendo cambios en el clima del planeta en un lapso demasiado breve dentro de la escala de tiempo geológica: unos cuantas décadas. Dos tercios del incremento en las concentraciones de bióxido de carbono fueron registrados después de 1950 (Solow, 1991, Houghton, 1993).

Tabla L2

Gases de invernadero: fuentes antropogénicas

Gas	Fuentes
CO ₂	Quema de hidrocarburos, deforestación
CH ₄	Arrozales, bovinos, quema de biomasa, extracción de carbón mineral y de gas natural
N ₂ O	Quema de hidrocarburos, prácticas agrícolas, quema de biomasa
CFCs	Refrigerantes, propelentes, solventes

FUENTE: Adaptado de Solow (1991): "Is there a global warming problem?" en Dornbusch, 1991, p. 9.

La continua expansión de las actividades que generan estas emisiones, principalmente la producción de energía a partir de la quema de hidrocarburos y la deforestación tropical, además de los procesos industriales, la ganaderización extensiva de bovinos, los cultivos de arroz y los depósitos de desechos orgánicos, causarán incrementos exponenciales en las concentraciones atmosféricas de GI durante las próximas décadas (IPCC, 1990; Houghton, 1993; Solow, 1993).

Tabla L3
Concentraciones atmosféricas de los gases de invernadero

	CO₂ Partes por millón (ppm)	CH₄ (ppm)	N₂O (pp mil millones)	CFC-11 (pp millón de millones)	CFC-12 (pp millón de millones)
Preindustrial	280	0.8	288	0	0
Presente	350	1.7	310	280	484
Incremento anual	1.6	0.02	0.8	10	17
Tiempo de residencia atmosférica (años)	50-200	10	150	65	130

FUENTE: Adaptado de Solow (1991): "Is there a global warming problem?" en Dornbusch, 1991, p. 9.

Tabla L4
Balance de las emisiones de carbono (gigatoneladas al año)

Emisiones por quema de hidrocarburos	5.4
Emisiones por cambio de uso de suelo (deforestación)	1.6
Captura atmosférica (ciclos biogeoquímicos)	3.4
Captura oceánica (ciclos biogeoquímicos)	2.0
Desequilibrio neto	1.6

FUENTE: Adaptado de Solow (1991): "Is there a global warming problem?" en Dornbusch, 1991, p. 9.

Si bien el CO₂ es el GI más abundante en la atmósfera y por lo tanto el más importante (después del vapor de agua) la capacidad radiativa (de retención de calor) de los otros gases es mayor en varios órdenes de magnitud, lo que complica el cálculo del potencial radiativo de cada uno de ellos en el largo plazo, debido a que también varían sus tiempos de residencia atmosférica. Esto se aprecia mejor en la siguiente tabla:

Tabla L5
Potencial relativo de calentamiento de los gases de invernadero

Gas	Cambio relativo en potencial radiativo	A 20 años	A 100 años	A 200 años
CO ₂	1	1	1	1
CH ₄	58	63	21	9
N ₂ O	206	270	290	190
CFC-11	3,970	4,500	3,500	1,500
CFC-12	5,750	7,100	7,300	4,500

FUENTE: Adaptado de Solow (1991): "Is there a global warming problem?" en Dornbusch, 1991, p. 10.

Como puede apreciarse, por simplicidad, el potencial radiativo de cada gas, es decir, su capacidad de retener calor y radiarlo dentro de la atmósfera, se expresa en unidades equivalentes al potencial de calentamiento del bióxido de carbono. Más importante, esta tabla muestra el potencial radiativo de cada unidad emitida para cada GI, en varios horizontes temporales, de donde se infiere que las emisiones que ocurren en el presente continuarán afectando el clima en el futuro. A este efecto se le conoce como "compromiso" de calentamiento global y describe el calentamiento inercial de la superficie terrestre en el

futuro. En otras palabras, aun si se detuvieran la emisiones de GI en el presente, el clima continuaría cambiando por varios siglos, si la teoría es correcta (IPCC, 1990).

A partir de esta alteración de la composición de la atmósfera, otros fenómenos han sido interpretados como evidencia científica en favor de la hipótesis del cambio climático (IPCC, 1990; Solow, 1991; Houghton, 1990 y 1993):

- La temperatura promedio de la superficie terrestre aumentó cerca de 0.6°C desde 1886. 1995 ha sido el año más caliente registrado a la fecha.
- En el mismo periodo, el nivel del mar creció cerca de 30 cm a consecuencia de la expansión térmica del océano.
- En los últimos 160,000 años la temperatura de la superficie terrestre ha variado en forma paralela a las fluctuaciones en las concentraciones atmosféricas de bióxido de carbono, incluyendo dos periodos máximos glaciales.
- Los glaciares de las cadenas montañosas más importantes, especialmente las tropicales como la cordillera de los Andes, han sufrido un proceso continuo de deshielo durante varias décadas. Algunas islas del escudo occidental antártico (la capa de hielo que bordea al continente Antártico) han sufrido el mismo proceso.

- Algunos científicos consideran que la mayor frecuencia registrada en los últimos años (desde mediados de la década de los 1980s) de eventos meteorológicos extremos, tales como tormentas tropicales, ciclones y huracanes, sequías prolongadas, ondas cálidas, heladas, tormentas invernales, así como del fenómeno conocido como Oscilación Meridional El Niño (ENSO en inglés) entre otros, es decir, la frecuencia con que se han producido condiciones climáticas menos predecibles, es consecuencia de un cambio sostenido en el sistema climático a escala global.

Las principales predicciones de la hipótesis de cambio climático son las siguientes (IPCC, 1990; Houghton, 1990 y 1993; “Reading the patterns” *The Economist*, 1 abril 1995):

- Si continúa el crecimiento de las emisiones y concentraciones atmosféricas de los GI a los ritmos actuales, la temperatura de la superficie terrestre podría sufrir incrementos de entre 1.5°C y 4.5°C durante los próximos 100 años. Debe destacarse que durante el último máximo glacial, hace 10,000 años, la temperatura media de la superficie terrestre fue tan sólo 5°C menor.
- Este aumento en la temperatura media de la superficie terrestre causaría que el nivel medio del mar se elevase entre 50 y 90 centímetros adicionales como consecuencia de la expansión térmica de las capas superiores del océano. Ello expondría amplias extensiones de las zonas costeras a inundaciones y marejadas⁶ en condiciones meteorológicas extremas, mismas que ocurrirían con mayor frecuencia. Cerca de un tercio de la población mundial habita zonas costeras.

- Los cambios en los patrones de precipitación pluvial ocasionarían que las zonas semiáridas subtropicales se vieran expuestas a procesos de desertificación acelerados. Los desiertos y pastizales se extenderían reduciendo las áreas de bosques y selvas.
- Podría producirse un aumento progresivo en la magnitud, la frecuencia y los costos que representan los eventos meteorológicos extremos.

A partir de las tasas de crecimiento de las emisiones de bióxido de carbono registradas en el presente, su potencial radiativo y su tiempo de residencia en la atmósfera (Tablas I.3, I.4, y I.5), el Informe de 1990 desarrolla tres escenarios climáticos alternos, bajo distintos supuestos (IPCC, 1990):

- a) El primer escenario, designado *Business as Usual* (BAU), consiste en la proyección a los años 2050 y 2100, de los ritmos de crecimiento de las emisiones de CO₂ registrados en el presente. Este crecimiento refleja la expansión de las actividades industriales esperado a partir de factores como el crecimiento demográfico, la disponibilidad de hidrocarburos, etc. *sin medidas de mitigación*. En dicho escenario tiene lugar un doblamiento de la concentración atmosférica de dicho gas a mediados del próximo siglo, con respecto al nivel pre-industrial, de 280 ppm a 560 ppm. En forma concomitante se proyectan aumentos en la temperatura media de la superficie terrestre que oscilan entre

⁶ Como la que en 1953 dejó un saldo de 250,000 víctimas en los Países Bajos.

1.5°C y 4.5°C, así como una elevación del nivel medio del mar por expansión térmica, de entre 50 y 90 cms adicionales (IPCC, 1990).

- b) El segundo escenario supone una reducción drástica de los niveles presentes de emisiones de CO₂ bajo el supuesto de que se adopten medidas de mitigación severas, como la substitución a gran escala de las fuentes de energía, una reducción masiva del consumo energético, etc. En dicho escenario tiene lugar una estabilización de la concentración atmosférica de dicho gas a mediados del siglo que viene (IPCC, 1990).

- c) El tercer escenario supone una combinación de medidas de mitigación moderadas o de bajo costo, con medidas de adaptación ante algunos de los efectos más severos del cambio climático. La estabilización de la concentración atmosférica de CO₂ tiene lugar en la segunda mitad del siglo próximo a un nivel ligeramente inferior a un doblamiento con respecto al nivel pre-industrial. Como se discute en el capítulo II, este escenario resulta el más plausible (IPCC, 1990).

Es importante resaltar que estos escenarios no incluyen la probable evolución de las emisiones del resto de los GI, por lo que deben considerarse como estimaciones conservadoras de la posible magnitud del cambio climático.

Aún se desconocen algunos de los principales efectos de retroalimentación y vinculación que conforman el sistema climático. Estos procesos podrían *retrasar, mitigar, agravar o*

acelerar el fenómeno. Las incógnitas más relevantes a este respecto involucran la interacción entre el océano y la atmósfera, la capacidad del océano para absorber calor y carbono, el papel que juegan las nubes en el funcionamiento del sistema, el volumen de carbono atmosférico que es capturado por los ecosistemas terrestres en los ciclos biogeoquímicos, los múltiples efectos de retroalimentación o *feedbacks* entre los diversos procesos climáticos, el efecto de los cambios en la reflectividad de la superficie terrestre (o albedo) a causa de la deforestación, la desertificación, etc. Sin embargo, las predicciones de los modelos climáticos computarizados son cada día más certeras; estas aplicaciones, conocidas como Modelos de Circulación General (MCG), simulan el clima del planeta bajo diversos escenarios y han servido para corregir y corroborar la teoría (IPCC, 1990).

En términos generales puede decirse que las principales incógnitas que persisten sobre el fenómeno de cambio climático se refieren a la magnitud de los impactos previstos, los plazos en que tendrán lugar y su localización geográfica exacta. Lamentablemente, la incertidumbre que genera el carácter imperfecto del conocimiento sobre el clima ha contribuido a retrasar el desarrollo de un régimen internacional eficaz en la prevención y mitigación del fenómeno, a pesar de la magnitud de sus posibles efectos (Hecht y Tirpak, 1995). Hasta hace pocos años algunos científicos se mostraban escépticos ante la teoría, argumentando por ejemplo, que el aumento en la temperatura media de la superficie terrestre podía deberse a cambios periódicos en la órbita del planeta alrededor del sol (IPCC, 1990; "Reading the patterns", *The Economist*, 1 abril 1995).

No obstante, el segundo informe del Panel, publicado en 1995, es concluyente en torno a la existencia y causalidad de una alteración discernible del sistema climático de origen antropogénico, es decir, causada por las actividades humanas. Esta alteración puede generar impactos catastróficos para los asentamientos humanos, las actividades productivas y los ecosistemas. Este Informe estima además que la meta establecida en la Convención, la estabilización para el año 2000 de las emisiones de GI de los países del Anexo I a los niveles de 1990, es inadecuada para evitar que se produzcan interferencias peligrosas con el sistema climático.

El estudio, mucho más amplio que el de 1990, representa un avance cualitativo substancial en diversos tópicos: en primer término corrobora de manera fehaciente la validez del consenso científico sobre el fenómeno; en segundo término, explora el potencial de mitigación contenido en múltiples alternativas tecnológicas; en tercer lugar, analiza la racionalidad económica de las medidas costo-efectivas de mitigación, así como su viabilidad como políticas que promuevan la eliminación de los subsidios a la producción y consumo de energía de origen fósil, estímulos fiscales que promuevan la eficiencia energética y el desarrollo de fuentes alternas de energía, entre otras (Flavin, 1996; Fankhauser, 1996; Haites, 1996).

El desarrollo del régimen internacional de cambio climático dio inicio a partir de la creación del PICC en 1988. Entre ese año y 1992 se negoció la formulación de un Convenio que respondiera a la necesidad de regular internacionalmente las actividades que, de acuerdo al consenso científico, estaban alterando las condiciones de habitabilidad del planeta.

2. La Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas

En respuesta al primer informe del PICC, la Asamblea General de las Naciones Unidas estableció el Comité Intergubernamental de Negociación (CIN) de la Convención Marco sobre Cambio Climático, en diciembre de 1990. El Comité tenía el mandato de elaborar un convenio que fuera políticamente aceptable para todas las Partes, el cual debería estar listo para ser suscrito por la comunidad internacional durante la Conferencia de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo, que tendría lugar en junio de 1992.

Antecedentes

La Convención tiene por antecedentes a la Convención de Viena de 1985 y el Protocolo de Montréal de 1987, instrumentos legales internacionales que regulan la producción,

comercialización y consumo de las sustancias que degradan el ozono estratosférico. Sin embargo, es el primer acuerdo que aborda un tema ambiental global cuya generación y control involucra a la totalidad de la comunidad internacional. Es también el primer acuerdo que integra a en forma explícita la interfase entre ambiente y desarrollo (Hayes y Smith, 1993, Hecht y Tirpak, 1995).

Negociaciones

Las negociaciones que condujeron a la formulación de la Convención buscaron en todo momento salvar la evidente tensión entre los países de mayor nivel de desarrollo e ingreso, causantes originales del problema, y los países en vías de desarrollo, cuya participación sería indispensable para el funcionamiento del régimen en el futuro. Esta tensión ocultó en un principio las divergencias que habrían de producirse entre los países más industrializados cuando la entonces Comunidad Europea propuso el establecimiento de metas cuantitativas calendarizadas de reducción de emisiones como la parte medular del acuerdo. Los Estados Unidos mantuvieron al principio una posición escéptica en torno a la necesidad de un régimen internacional en la materia; posteriormente han insistido en la necesidad de que las medidas que se adopten sean eficientes desde el punto de vista económico, así como voluntarias, argumentando que la imposición de metas cuantitativas calendarizadas sería un esquema demasiado rígido y poco eficiente, debido a la diversidad de condiciones prevalecientes en cada país (Hecht y Tirpak, 1995). Australia, Nueva Zelanda, Canadá y los países escandinavos promovieron la adopción de un enfoque integral

que abarcara las emisiones netas de todos los GI, insistiendo en la importancia de la flexibilidad y la eficiencia económica. Japón se opuso a la inclusión de compromisos precisos en materia de reducciones, promoviendo la adopción de los “mejores esfuerzos disponibles” (Bodansky, 1997).

Por su parte, los países en desarrollo tampoco mantuvieron una posición homogénea, aunque en términos generales percibieron las negociaciones como una oportunidad de promover flujos financieros *nuevos y adicionales* así como la transferencia de tecnologías innovadoras. Las divergencias más extremas entre países en desarrollo se dieron entre algunos de los mayores exportadores de hidrocarburos, miembros de OPEP, que se opusieron firmemente a la adopción de un firme compromiso en materia de reducciones y los países que integran la Alianza de Pequeños Estados Isleños (AOSIS), los que propusieron las metas más drásticas para reducciones calendarizadas de emisiones, así como un mecanismo internacional de indemnizaciones por daños causados por el cambio climático.

Como se discute a continuación, el rebuscado lenguaje de la Convención refleja las delicadas maniobras diplomáticas que llevó a cabo el Comité con el objeto de superar las mayores divergencias entre los actores involucrados (Bodansky, 1994).

Objetivo

La Convención Marco sobre Cambio Climático de las Naciones Unidas fue firmada por 154 países durante la Conferencia de Río de Janeiro en junio de 1992. Entró en vigor en marzo de 1994, cuando más de 50 países la ratificaron. El objetivo de la Convención fue el de lograr “la estabilización de las concentraciones atmosféricas de los gases de invernadero a niveles que eviten una interferencia antropogénica peligrosa con el sistema climático”; tales niveles deberían ser alcanzados “en un marco temporal adecuado para permitir la adaptación natural de los ecosistemas ... y la continuación del desarrollo económico de manera sostenible” (ONU, 1992). Para lograr dicho objetivo, se acordó la meta inicial de estabilizar las emisiones de GI de los países de mayor desarrollo e ingreso, incluidos en el Anexo I del convenio, a los niveles de 1990, para el año 2000. La Convención busca impulsar la cooperación multilateral para enfrentar el reto climático promoviendo que los estados adopten, de manera coordinada, medidas de regulación, mitigación y adaptación.

Contenido

El contenido de la Convención puede dividirse en tres apartados principales: a) principios, objetivo y definiciones; b) compromisos sobre fuentes y sumideros de GI, provisión de recursos financieros, transferencia de tecnología, cooperación científica y generación y transmisión de información; y, c) mecanismos institucionales de instrumentación.

Los principios consagrados en el texto de la Convención son los siguientes (Bodansky, 1994):

- a) *Responsabilidades comunes pero diferenciadas entre las Partes*: este principio alude a la responsabilidad mayor de los países más industrializados en la generación del fenómeno y al compromiso de los países con importantes masas forestales tropicales de conservar dichos “sumideros” naturales de carbono atmosférico y adoptar estrategias de desarrollo menos contaminantes, en la medida de sus posibilidades.
- b) *Principio precautorio*: Ante la magnitud del riesgo que supone el fenómeno, es preferible actuar hoy, a pesar de la incertidumbre científica, a esperar que se produzcan alteraciones peligrosas en el sistema climático.
- c) Las medidas adoptadas deberán ser apropiadas para las condiciones específicas de cada una de las Partes. Este principio reconoce que las condiciones socioeconómicas particulares de cada país determinarán las posibilidades de llevar a cabo medidas específicas de mitigación.

Las obligaciones contempladas en el convenio, no siendo vinculantes, son fundamentalmente recomendaciones para que las Partes contribuyan al desarrollo ulterior del régimen:

- a) Elaborar, actualizar y publicar inventarios nacionales de emisiones.

- b) Aplicar y actualizar programas nacionales con medidas de mitigación y adaptación.
- c) Promover la gestión sostenible y la conservación de los “sumideros” de carbono atmosférico (es decir, evitar la deforestación tropical).
- d) Cooperar en los preparativos para la adaptación a los impactos del cambio climático.
- e) Promover y apoyar las áreas científicas de educación, capacitación y transferencia tecnológica.

Los países de mayor nivel de desarrollo e ingreso, incluidos en el Anexo I (los integrantes de la OCDE más las economías en transición de Europa oriental y la ex Unión Soviética) están comprometidos, además de las obligaciones arriba mencionadas, a reducir individual o conjuntamente sus emisiones antropogénicas de bióxido de carbono y otros gases no controlados por el Protocolo de Montréal, a los niveles de 1990, para el año 2000. Sin embargo este compromiso no constituye una obligación vinculante debido al lenguaje deliberadamente ambiguo adoptado durante las negociaciones, por lo que ha sido descrito como una *cuasi-meta* con un *cuasi-plazo* para su realización (Bodansky, 1994)

Asimismo, los países del Anexo I se comprometieron a *proporcionar recursos financieros nuevos y adicionales* para cubrir la totalidad de los gastos convenidos que efectúen los países en desarrollo para cumplir con las obligaciones relacionadas con la realización de inventarios y la generación de información (ONU, 1992, Hecht y Tirpak, 1995).

La Convención prevé además la realización de acciones conjuntas de reducción o mitigación de emisiones entre países con distinto nivel de desarrollo, en reconocimiento de las diferencias en los costos relativos que implicará la realización de tales iniciativas en países con características diferentes. Este mecanismo, denominado Instrumentación Conjunta (IC), reconoce que es más costoso reducir las emisiones por consumo de energía en países con un alto grado de eficiencia energética que en aquéllos con una bajo nivel de eficiencia o que cuentan con grandes masas forestales o áreas susceptibles de reforestación. Bajo el criterio de eficiencia económica y minimización de costos, la IC tiene por objeto promover la realización concertada de iniciativas de mitigación mediante una cooperación internacional que sea benéfica para las partes involucradas.

Evaluación

Desde una perspectiva pesimista, la Convención puede parecer un acuerdo ineficaz dado que no contiene ni compromisos vinculantes ni plazos perentorios para su ejecución, es decir, no contempla metas calendarizadas de reducción o estabilización de emisiones de GI. Por este motivo tampoco establece un mecanismo multilateral de cumplimiento y verificación. Se le ha comparado con el Protocolo de Montréal de 1987, documento que establece un mecanismo multilateral de cumplimiento, así como obligaciones vinculantes y sanciones aplicables incluso a aquellos actores renuentes a cooperar con dicho régimen. La comparación no es del todo pertinente debido a la complejidad que caracteriza tanto al

fenómeno de cambio climático como a su causalidad, la cual involucra a muchos más actores.

Diversos comentaristas han propuesto una serie de criterios para evaluar la eficacia de la Convención. Entre estos destacan su viabilidad política, la equidad en la asignación de compromisos, su eficiencia económica, su flexibilidad y su utilidad como fundamento de mayores compromisos en el futuro (Bodansky, 1994; Hecht y Tirpak, 1995).

El mayor logro de la Convención, a pesar del carácter laxo de los compromisos que contiene, estriba en haber superado el *impasse* generado por la incertidumbre científica y agravado por los intereses en conflicto de los países en desarrollo y los más industrializados. Sin lugar a dudas fue un acuerdo políticamente aceptable para una comunidad internacional heterogénea. Su viabilidad política fue posible tanto por la ambigüedad del lenguaje empleado como por la laxitud de los compromisos acordados y por el carácter equitativo de los mismos. Los países en desarrollo aceptaron participar en el convenio porque lograron que el documento consagrara con insistencia su derecho a mantener y acelerar sus ritmos de crecimiento económico. El acuerdo contempla exclusivamente reducciones en las emisiones de países que han alcanzado un alto grado de industrialización. La preocupación en torno a la eficiencia económica fue incorporada a través del enfoque integral que abarca las emisiones *netas* de *todos* los GI, así como por medio del mecanismo de IC. La utilidad de la Convención como el punto de partida de un régimen cuyas obligaciones más importantes serán adoptadas en forma gradual, conforme evolucione el consenso político internacional, parece estarse verificando a lo largo de las sucesivas Sesiones de la Conferencia de las Partes, en particular la de diciembre de 1997.

La Convención fue ante todo el mayor acuerdo políticamente posible en el momento de su suscripción.

Desde la perspectiva de las relaciones internacionales, la Convención plantea una evolución cualitativa del sistema vigente, basado en el *regateo* de intereses entre países (lo que en la literatura es comúnmente referido como *international bargaining*) hacia un sistema de negociaciones basado en una corresponsabilidad global, explícita y asumida (*global partnership*) entre todos los actores, bajo el principio de equidad (Sands, 1994). En el caso del cambio climático, este principio no es solamente una declaración de moralidad sino un requisito *sine qua non* para garantizar la efectividad del régimen, es decir, un igualitarismo pragmático ante el que puede considerarse el más *global* de los problemas de la agenda internacional. Como se discute en el capítulo II, un régimen eficaz de cambio climático incluiría necesariamente elementos de un sistema de *global governance*.

3. Las Sesiones de la Conferencia de las Partes: Berlín 1995, Ginebra 1996, Kyoto 1997

En marzo de 1995 se llevó a cabo en Berlín la Primera Sesión de la Conferencia de las Partes de la Convención. En dicho evento, éstas reconocieron que las metas de reducción de emisiones previstas en 1992 eran insuficientes para cumplir el objetivo del acuerdo. Por

ello se adoptó el compromiso de negociar un Protocolo u otro instrumento legal que reforzara el propósito del Convenio y que estableciera un régimen eficaz para prevenir el fenómeno; el Mandato de Berlín estableció un Grupo Ad Hoc cuya misión fue la de realizar esfuerzos para coadyuvar a la adopción de dicho régimen durante la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes en diciembre de 1997. Asimismo, se acordó el establecimiento de una fase piloto de cinco años para las Actividades Instrumentadas Conjuntamente (AIC). De demostrarse su eficacia como mecanismo de reducción de emisiones, las AIC se convertirán, a partir del año 2000, en el procedimiento de Instrumentación Conjunta sancionado por el régimen. Durante la fase piloto los países participan en este esquema en forma voluntaria, dado que no existen aún metas obligatorias de reducción de emisiones (Merkel, 1996). Las AIC incluyen a un país del Anexo I que invertirá en un proyecto para la reducción de emisiones (por medio de la eficiencia energética o en el sector forestal) en el territorio de un país en desarrollo. Las AIC deberán ser aprobadas por los gobiernos de las partes interesadas y ser compatibles con las prioridades y estrategias nacionales del país receptor.

En septiembre de 1996 tuvo lugar en Ginebra la Segunda Sesión de la Conferencia de las Partes. La Conferencia ratificó las conclusiones del segundo informe del PICC en el sentido de que el incremento de las emisiones de GI produciría interferencias peligrosas con el sistema climático. Fue formulado entonces un llamado a la limitación y la reducción substancial de las emisiones *por medio de metas obligadas y calendarizadas*, es decir, compromisos vinculantes para las Partes, lo que se conoce como la Declaración de Ginebra (Merkel, 1996). Esta declaración es importante debido a que refleja un creciente consenso político en torno a la necesidad y viabilidad de desarrollar mayores compromisos en

materia de emisiones de GI. Por primera vez, los Estados Unidos, Canadá y Japón apoyaron la adopción de compromisos vinculantes, es decir obligaciones, en lugar de acciones voluntarias. Este consenso político en formación parece relegar a una posición de mayor aislamiento a los países tradicionalmente más renuentes a contribuir al desarrollo del régimen, entre ellos Rusia, Australia, Nueva Zelanda, Arabia Saudita y otros miembros de OPEP.

Entre los pasos pendientes para la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes queda el establecimiento de un umbral global de emisiones permisibles (o un nivel de concentraciones atmosféricas de GI aceptable) dentro de un plazo perentorio que refleje el status del conocimiento científico, es decir, que en cumplimiento del Mandato de Berlín establezca un mecanismo eficaz de reducción de emisiones, respondiendo a los resultados del segundo informe del PICC.

En mayo de 1997 la Comunidad Europea anunció que promovería la adopción de la meta de reducir en un 15% las emisiones de GI a partir del nivel de 1990 para el año 2010 para los países del Anexo I, comprometiéndose a lograr dicho objetivo (Alemania tiene contemplado reducir en 25% sus emisiones de 1990 para el año 2005). También anunció su interés en que los países en desarrollo más industrializados asuman compromisos adicionales a los de la Convención.

En diciembre de 1997 tendrá lugar en Kyoto la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes. Actualmente se llevan a cabo acercamientos y negociaciones entre los diversos

países que integran la Convención, superándose las controversias en torno a la adopción de compromisos y fechas específicas en materia de reducción de emisiones.

Además de la adopción de la obligación, vinculante para los países del Anexo I, de reducir las emisiones de GI a niveles específicos, existen otros elementos que podrían incorporarse al régimen internacional de cambio climático a partir de Kyoto. Entre ellos cabe destacar la probable creación de un Sistema Internacional de Permisos Comercializables de Emisiones de GI; el establecimiento de un régimen flexible en cuanto a fechas, metas y políticas de mitigación, o en contraste, el establecimiento de metas específicas calendarizadas para llevar a cabo las reducciones. Cabe también la posibilidad de que se acepte el cumplimiento colectivo de los compromisos adoptados por las Partes, es decir, que el incremento en las emisiones de algunos países se vea compensado por la disminuciones en las de otros, como de alguna manera contempla el mecanismo de Instrumentación Conjunta.

La Conferencia de Kyoto sentó las bases para dar cumplimiento al Mandato de Berlín: establecer un régimen internacional eficaz para prevenir en forma oportuna el desencadenamiento pleno del fenómeno de cambio climático. Este régimen tendrá la forma de un Protocolo, como el de Montréal de 1987, y contiene obligaciones vinculantes para 38 países industrializados en materia de emisiones de GI. Dichas obligaciones incluyen metas específicas y calendarizadas de reducción de emisiones que oscilan entre un 6% y un 8% con respecto a los niveles de 1990 para los principales emisores *históricos*, es decir los países del Anexo I. Sin embargo, no se incluyen, por ahora, compromisos adicionales para los países en vías de desarrollo *avanzados*, entre los que se encuentran algunos de los principales emisores *emergentes*. Este es sin duda el más polémico de los puntos a

negociarse a partir de Kyoto, durante la siguiente Conferencia a celebrarse en Buenos Aires en 1998.

Además de los gobiernos signatarios de la Convención, otros actores han influido en la evolución de las negociaciones, entre ellos la industria petrolera internacional, los organismos ambientalistas independientes y la comunidad científica. Las negociaciones para el establecimiento de un régimen de cambio climático han estado enmarcadas dentro de un complejo contexto de economía política internacional, constituido por la diversidad de posiciones y propuestas formuladas. Sus divergencias reflejan la diversidad de intereses en juego para cada uno de los actores relevantes. El siguiente capítulo analiza dicho contexto.

4. México ante la evolución del régimen internacional de cambio climático

Hasta el momento presente, la posición de México ante el régimen internacional de cambio climático puede ser descrita como pasiva, reactiva o al menos indefinida. Aunque la delegación mexicana a la Conferencia de Río contribuyó activamente a la formulación del texto de la Convención que fue finalmente aprobado⁷ y el país ratificó su adhesión en 1993, la participación de México en las negociaciones posteriores durante las Sesiones de la Conferencia de las Partes en Berlín y Ginebra ha seguido un perfil más bien discreto. Sin

involucrarse activamente en ninguna de las coaliciones de intereses que se describen en el capítulo siguiente, México se ha limitado a suscribir en términos generales la oposición de los países en desarrollo a reducir sus emisiones y a cumplir los compromisos asignados en la Convención a dichos países: elaborar un inventario preliminar de emisiones de GI, generar información actualizada sobre las mismas, desarrollar el estudio de vulnerabilidad dentro del proyecto de estudio de país y desarrollar un Plan Nacional de Acción (mismo que fue presentado Ante la Convención a finales de 1997), además de organizar y asistir a varios encuentros internacionales sobre el tema. La mayor parte de estos compromisos han sido llevados a cabo con recursos externos proporcionados en primer lugar por el US Country Studies Program administrado por la Environmental Protection Agency, así como con recursos provenientes de otros gobiernos como Noruega y Canadá. Asimismo, las autoridades ambientales de México han apoyado en foros internacionales la adopción del mecanismo de Instrumentación Conjunta, en marcado contraste con, por ejemplo, Brasil.

La posición de México ante la evolución del régimen ha sido un tanto anómala en comparación con otros países en desarrollo. Esto se debe a la incorporación del país a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y a la entrada en vigor del Tratado de Libre Comercio para América del Norte a partir de 1994. Cabe destacar que el resto de los miembros de la OCDE adquirieron los compromisos reservados a los países desarrollados dentro de la Convención (es interesante resaltar que Turquía, país que ya formaba parte de la Organización en 1992, fue el único en rechazar los compromisos acordados en la Convención). A este respecto, resulta hasta cierto punto lógico que el resto de los miembros de dicha organización esperen, como han manifestado recientemente la

⁷ Alberto Glender, comunicación personal.

Unión Europea y los Estados Unidos, la adopción de mayores compromisos por parte de los países en desarrollo *avanzados*: el de reducir, o al menos limitar el crecimiento de sus emisiones de GI.

La entrada en vigor del TLC ubicó a México, a los ojos de otros países en desarrollo, en particular de América Latina, más cerca de los intereses de sus socios comerciales en América del Norte. Como se discute más adelante, Estados Unidos es el mayor emisor de GI y al igual que Canadá ha incrementado sus emisiones en forma continua desde la firma de la Convención. Las emisiones agregadas de la región, la llamada “burbuja” de GI de América del Norte, rebasa el 25% de las emisiones globales totales por consumo de hidrocarburos.

México es un país en desarrollo con una considerable planta industrial en expansión y es además un importante exportador de hidrocarburos. Sus emisiones de GI han aumentado en forma sostenida durante los últimos años y continuarán incrementándose en el futuro, a causa tanto de la expansión industrial como del crecimiento demográfico y la disponibilidad de combustibles de origen fósil. Se trata de un país que emite un volumen de CO₂ por deforestación superior al promedio mundial. El territorio de México puede sufrir impactos adversos de intensidad considerable en la eventualidad de que el cambio climático se verifique de acuerdo a las estimaciones científicas disponibles.

Tanto los intereses comerciales como los compromisos diplomáticos adquiridos en años recientes, así como los propios planes de desarrollo del país hacen necesario definir con precisión el interés nacional en relación al fenómeno de cambio climático en sí y ante la

evolución del régimen internacional en la materia, previendo las posibles consecuencias de ambos procesos. En otras palabras, mantener una posición pasiva, discreta y en última instancia indefinida y reactiva resulta injustificable ante las posibles consecuencias en juego. Resulta por ello necesario evaluar cuáles serían los costos y beneficios de las diversas alternativas de política. El argumento implícito en la presente discusión es que la opción de “no hacer nada” (en palabras de un funcionario de la Secretaría de Medio Ambiente responsable de la agenda ambiental internacional) no constituye una alternativa viable. Un país que ocupa el décimo cuarto lugar mundial por volumen de emisiones de GI por consumo de hidrocarburos (sin contar las emisiones por deforestación) difícilmente puede mantener un perfil discreto en las negociaciones sobre la urgencia de reducir dichas emisiones por tiempo indefinido, en particular si se trata de un país vulnerable ante posibles sanciones comerciales, como evidenció el caso del embargo atunero impuesto por Estados Unidos a México en 1991 con argumentos conservacionistas. Las declaraciones de funcionarios de la EPA en este sentido deben ser escuchadas con atención, incluso si los propios Estados Unidos han sido incapaces de frenar el crecimiento de sus emisiones. Cabe destacar que el Senado de dicho país estableció en 1993 la condición de que Washington lograra que los países en desarrollo adquirieran mayores compromisos sobre emisiones de GI antes de aceptar cualquier obligación vinculante para Estados Unidos.

La aparente comodidad para México de mantener una postura de bajo perfil ante el problema, en su calidad de país en desarrollo, comienza a verse amenazada. Si bien durante la negociación de la Convención entre 1990 y 1992 resultó legítimo integrar un frente común con el resto del mundo en desarrollo ante un problema creado por el mundo industrializado, a finales de 1997, con la nueva evidencia científica y una mayor

información sobre el futuro de las emisiones de GI entre regiones, es necesario replantearse la postura que debe adoptar el país una vez que se definan sus objetivos en forma pragmática. No debe soslayarse el contexto creado por relaciones económicas más complejas, intensas e interdependientes creado por la apertura comercial. Más adelante se argumenta en el sentido de que la definición del interés nacional ante el fenómeno y ante el régimen de cambio climático plantea interesantes oportunidades en este sentido.

II. ECONOMÍA POLÍTICA INTERNACIONAL DE LAS NEGOCIACIONES SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO

El respaldo unánime de la comunidad internacional al objetivo de la Convención oculta las profundas divergencias a que ha dado lugar la necesidad de transformarla en un régimen eficaz de cambio climático. La estabilización de las concentraciones atmosféricas de GI a niveles que no provoquen una interferencia peligrosa con el sistema climático requiere reducir drásticamente los niveles globales de emisiones de esos gases, en un plazo perentorio. Ello a su vez requerirá establecer un límite máximo de emisiones permisibles a escala global (el volumen que puede ser absorbido anualmente dentro de los ciclos biogeoquímicos)⁸, volumen que deberá ser distribuido en forma equitativa entre todos los países.

El establecimiento de un tope a las emisiones globales de GI, supone a su vez frenar el crecimiento del consumo global de energía de origen fósil, el que se distribuye de manera extremadamente inequitativa, así como poner fin a la conversión de las masas forestales a otros usos. La instrumentación de estos cambios generará costos económicos significativos. Dadas las características del sistema mundial de producción y consumo de energía, las

⁸ Todavía se desconoce el volumen exacto de carbono atmosférico que es capturado anualmente dentro de los ciclos biogeoquímicos (esencialmente la producción primaria de materia orgánica a partir de la fotosíntesis, la evapotranspiración vegetal, la descomposición orgánica, la deposición de materia orgánica en el fondo del

perspectivas de desarrollo de los países de menor nivel de industrialización e ingreso suponen un incremento continuo tanto de su consumo energético como de sus emisiones de GI. De hecho, *el nivel de ingreso per cápita es proporcional al nivel de emisiones por habitante* (Parikh y Painuly, 1994). Las negociaciones sobre cambio climático son esencialmente negociaciones sobre la asignación de los costos implícitos en la reducción del consumo global de hidrocarburos y en el desarrollo de iniciativas para detener la deforestación tropical. Son por ello, negociaciones sobre la equidad ante las perspectivas de desarrollo.

Dicho en otras palabras, la contribución de cada país a la generación del fenómeno varía de acuerdo a una combinación particular de factores que incluyen el tamaño y nivel de desarrollo de la economía, la intensidad energética de las principales actividades industriales, el tamaño, nivel de vida y ritmo de crecimiento de la población, sus patrones de consumo y de asentamiento, la tasa de crecimiento de las actividades productivas, la disponibilidad o ausencia de energéticos fósiles, el acceso a tecnologías energéticas alternas. De igual forma, el grado de exposición de cada país a los efectos del fenómeno varía con cada configuración de condiciones geográficas y socioeconómicas específicas. Estas diferencias se han reflejado en las diversas posturas adoptadas por cada país o grupo de países a lo largo de las negociaciones.

océano), y los científicos no han logrado determinar cuál es el “sumidero” natural que absorbe parte del desequilibrio anual de 1.6 gigatoneladas de carbono en la atmósfera (Houghton, 1993).

1. Intereses nacionales divergentes ante un desafío global

El rasgo más sobresaliente de las negociaciones para el establecimiento de un régimen internacional de cambio climático ha sido la tensión intrínseca entre la necesidad de articular una respuesta colectiva eficaz ante un problema global y los intereses nacionales en juego para cada uno de los actores involucrados en el proceso. Si bien es cierto que en un horizonte de largo plazo, el desencadenamiento pleno del fenómeno puede tener consecuencias catastróficas para la humanidad en general (como reconoce explícitamente el principio precautorio consagrado en la Convención), también es cierto la responsabilidad relativa en su generación y el grado de exposición ante los posibles impactos son distintos para cada país, lo que explica las divergencias entre unos y otros.

La siguiente tabla ilustra algunas de las diferencias más sobresalientes entre los 20 mayores emisores de GI en torno a sus volúmenes totales de emisiones, sus niveles de emisión per cápita, el volumen por cada millón de dólares de PNB y la variación porcentual entre 1990 y 1991.

Tabla II.1
Emisiones de carbono por consumo de hidrocarburos

País	Emisiones			
	Total (millones de toneladas)	Ton/per capita	Toneladas/millón Dls. PNB	Crecimiento 1990- 1991 %
Estados Unidos	1,371	5.26	210	4.4
China	835	0.71	330	13.0
Rusia	455	3.08	590	-24.1
Japón	299	2.39	110	0.1
Alemania	234	2.89	140	-9.9
India	222	0.24	160	23.5
Reino Unido	153	2.62	150	-0.3
Ucrania	125	2.43	600	-43.5
Canadá	116	3.97	200	5.3
Italia	104	1.81	110	0.8
Francia	90	1.56	80	-3.2
Polonia	89	2.31	460	-4.5
Corea del Sur	88	1.98	200	43.7
México	88	0.96	140	7.1
Sudáfrica	85	2.07	680	9.1
Kazajistán	81	4.71	1,250	n.a.
Australia	75	4.19	230	4.2
Corea del Norte	67	2.90	960	n.a.
Irán	62	1.09	270	n.a.
Brasil	60	0.39	70	15.8

Fuente : Flavin, Ch. (1996) *Climate of Hope : New Strategies for Stabilizing the World's Atmosphere*. Washington Worldwatch Paper.

Como puede apreciarse en la tabla anterior, los Estados Unidos, el principal emisor de GI por volumen total, es también el país con el mayor nivel de emisiones por habitante. En contraste, China e India, que ocupan el segundo y sexto lugar por volumen total de emisiones, registran dos de los niveles más bajos de emisión per cápita. China, no obstante, posee una tasa de crecimiento importante, por lo que puede preverse que desplazará a los Estados Unidos de la primera posición en las próximas décadas. El nivel de crecimiento de las emisiones en Japón fue, junto con el Reino Unido e Italia, uno de los más bajos registrados entre 1990 y 1991. Corea del Sur registró la tasa más elevada de crecimiento en su nivel de emisiones como reflejo de su expansión productiva. Rusia por el contrario sufrió una drástica caída en ese año como consecuencia de la crisis económica que tuvo lugar tras la desaparición de la Unión Soviética, a diferencia de la reducción sufrida por Alemania, que refleja la absorción y consiguiente modernización de la planta productiva de Alemania oriental. El nivel de emisiones por millón de dólares de PNB generado por Rusia es superado sólo por Ucrania, Kazajistán, Sudáfrica y Corea del Norte, lo que refleja la intensidad energética relativa de sus respectivos aparatos productivos, o en otras palabras su ineficiencia energética. Francia y Brasil destacan por el bajo nivel de emisiones generadas en relación al producto nacional, reflejando la importante capacidad de generación nucleoelectrónica del primer país y la capacidad hidroeléctrica en el segundo, así como la preminencia de las actividades productivas primarias en la conformación de su producción (Flavin y Tunali, 1996).

Aunque esto no resulta evidente en la tabla, México, Rusia, Irán y Australia destacan como exportadores de hidrocarburos. Los índices de crecimiento porcentual de la última columna permiten vislumbrar cambios en los escenarios futuros de emisiones, en los que con toda probabilidad, las emisiones agregadas de los países de reciente industrialización serán mayores que las del conjunto de países incluidos en el Anexo I de la Convención. El conflicto subyacente entre las economías en vías de desarrollo y los países más industrializados ante el objetivo de reducir las emisiones globales de GI es descrito por las diferencias entre los indicadores para los Estados Unidos y China: el primer país, a pesar de contar con el nivel más alto de emisiones tanto totales como por habitante, continúa incrementando su consumo de hidrocarburos; el segundo país, con un nivel de emisiones per cápita de los más bajos del mundo, incrementará sus emisiones totales en forma constante como consecuencia de su dependencia del carbón mineral, el combustible más contaminante, como la fuente más accesible de energía ante los crecientes requerimientos que genera su expansión industrial. Las distribuciones porcentuales de las emisiones de GI por tipo de gas, regiones y fuentes ilustra la responsabilidad relativa de cada país:

Tabla IL2

Distribución de las emisiones de gases de invernadero, 1987 (porcentajes)

	Emisiones de CO ₂ por combustión de hidrocarburos %	Emisiones totales de CO ₂ incluyendo deforestación %	Emisiones netas de CO ₂ , CH ₄ y CFC poderadas por potencial radiativo %
OCDE	45	30	39
Estados Unidos	22	15	17
Unión Europea	14	9	14
Japón	4	4	4
Ex Unión Soviética	18	12	12
Europa oriental	6	4	3
China	10	10	6
Brasil	1	15	10
India	3	3	4
Indonesia	-	3	2
México	1	1	1
Myanmar (Birmania)	-	2	1

FUENTE: Adaptado de Scott Barrett, 1992: *Convention on Climate Change: Economic Aspects of Negotiations*, p. 15 (elaborada con datos del World Resources Institute de 1990).

La tendencia que apunta hacia el desplazamiento de los mayores niveles de emisión de los países más desarrollados (los principales emisores *históricos*) por las economías de reciente industrialización (los mayores emisores *emergentes*), se aprecia en forma más clara al separar las emisiones de bióxido de carbono por regiones, como aparece en la tabla siguiente:

Tabla II.3
Emisiones antropogénicas de CO₂: contribuciones porcentuales regionales (proyecciones)

	1985	2000	2015	2050
Estados Unidos	21%	19%	16%	12%
Resto de OCDE	22	19	16	12
Ex Unión Soviética y Europa oriental	22	22	19	18
China	10	13	16	21
Otros países en vías de desarrollo	25	28	32	37
Energía comercial	86	87	89	92
Deforestación tropical	12	11	9	6
Otras actividades	2	2	2	2
Volumen total (gigatoneladas de carbono)	5.99	8.05	10.27	16.95
Tasa promedio de crecimiento anual	1.6%			

FUENTE: Adaptado de: OCDE (1991): *Climate change: evaluating socioeconomic impacts*; París; p. 12.

Como puede apreciarse, de continuar las tendencias actuales, China alcanzará a los Estados Unidos por emisiones porcentuales absolutas para el año 2015, superando a ese país durante las décadas siguientes. El resto de los países en desarrollo terminan relegando a los países más industrializados por nivel agregado de emisiones en plazos temporales similares.

2. Actores, coaliciones e intereses

Desde el inicio de las negociaciones en 1990, la diversidad de intereses entre los actores relevantes ha dado lugar a la articulación de distintas coaliciones para defender intereses y posiciones comunes. Estas configuraciones han trascendido la simple dicotomía Norte-Sur que el lenguaje de la Convención (“responsabilidades comunes pero diferenciadas”) trató de salvar. Una descripción de las agrupaciones más sobresalientes permite observar la multiplicidad de intereses en juego en la negociación.

Por un lado, los países más industrializados sostuvieron posiciones divergentes entre sí durante la negociación de la Convención y sus divergencias persisten en los meses previos a la Conferencia de Kyoto. Por una parte, algunos de los miembros de la Unión Europea como el Reino Unido, Alemania y los Países Bajos, además de los países escandinavos, estuvieron entre los principales promotores de las negociaciones desde un principio. En contraste, los Estados Unidos mantuvieron la postura más renuente hasta pocas semanas antes de la Conferencia de Río, en junio de 1992. A partir de 1993, la Administración Clinton adoptó un cambio radical en la postura de ese país ante el régimen, comprometiéndose a cumplir la meta establecida en la Convención y a promover mayores reducciones en el futuro. Otros países integrantes de la OCDE han seguido el liderazgo de los Estados Unidos, entre ellos Japón, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y Suiza. Actualmente este grupo propone un la adopción de un Protocolo flexible, que incluya políticas y medidas acordes con las posibilidades de cada país.

En contraste la Unión Europea, luego de haber desempeñado un papel muy activo en los inicios de la Convención, y habiendo mostrado una postura más conservadora durante las Conferencias de Berlín y Ginebra, propuso en 1997, durante una reunión preparatoria llevada a cabo en Bonn, la adopción de un Protocolo con compromisos fuertes y metas calendarizadas para las reducciones en los niveles de emisiones; se comprometió además a abatir sus emisiones como grupo en un 15% del nivel de 1990 para el año 2010, aunque algunos de sus miembros de menor nivel de desarrollo (como Grecia, España y Portugal) continuarán incrementando sus emisiones.

Las diferentes posturas adoptadas por los países más industrializados reflejan diferencias tanto económicas como culturales, políticas e incluso tecnológicas. Por ejemplo, el colapso de la industria del carbón en Gran Bretaña en 1990 redujo en forma considerable sus niveles de emisiones. La reunificación de Alemania elevó el nivel nacional de emisiones del año base (1990) a partir del cual se contabilizarán las reducciones; la modernización de la planta productiva de Alemania oriental y la eliminación de su obsoleta industria del carbón han reducido las emisiones totales del país en los últimos años, al grado de que ese país espera reducirlas en 25% para el año 2005 del nivel de 1990. Francia cuenta con la mayor capacidad instalada de generación nucleoelectrónica, por lo que sus niveles de emisiones son notoriamente menores a los de otros países de ingreso comparable. Algunos de los científicos más destacados dentro del PICC trabajan en universidades británicas y su capacidad de incidir en el debate público puede ser mayor a la de sus contrapartes en otros países. Algo similar puede argumentarse acerca de la capacidad de influencia de algunas de las organizaciones ambientalistas independientes en el contexto europeo. Japón, con uno de los niveles más altos de eficiencia energética en el mundo, ocupa el cuarto lugar por

volumen de emisiones, por lo que la única opción de contribuir a la reducción de las emisiones globales sería a través de la Instrumentación Conjunta en otros países.

Cabe destacar que salvo los países arriba mencionados y los que integraban la Unión Soviética (como consecuencia de la severa crisis económica que sufrieron a partir de 1990), pocos países del Anexo I lograrán cumplir el compromiso de estabilizar sus emisiones a los niveles de 1990 para el año 2000. Ahora bien, precisamente por esta razón la Unión Europea ha enfatizado la urgencia de lograr reducciones significativas a fin de convencer a los países en desarrollo de asumir compromisos adicionales a los contemplados en la Convención.

Por su parte, los países en vías de desarrollo tampoco han constituido un frente común. En un extremo, la Asociación de Pequeños Estados Isleños (AOSIS), que agrupa a 36 estados insulares en el océano Índico, el mar Caribe, Oceanía y el Pacífico representa los intereses de estados isleños de baja altitud particularmente vulnerables ante el impacto de una posible elevación del nivel medio del mar. Estos gobiernos han buscado la asesoría de la comunidad científica y junto con varias ONGs prominentes proponen una reducción del 20% en el nivel global de emisiones de 1990 para el año 2005. Estos países se han visto obligados a considerar seriamente el desarrollo de medidas de adaptación.

En el otro extremo, los estados que integran la Organización de Países Exportadores de Petróleo, en particular los países del Golfo Pérsico, han representado un obstáculo importante para el desarrollo del régimen en el inicio de las negociaciones sobre la Convención. Actualmente propugnan el pago de indemnizaciones por pérdidas eventuales

si, a consecuencia de los compromisos adoptados dentro del régimen, se reducen sus exportaciones en el futuro. Para algunos de estos países, el régimen en sí es una amenaza mayor que el propio fenómeno.

El Grupo de los 77, al igual que China, representa lo más cercano a un frente común de países en desarrollo. La postura que mantienen es la de que el problema fue originado por los países más industrializados y que son estos, por lo tanto, los responsables de solucionarlo. Todo esfuerzo de los países en desarrollo para mitigar el fenómeno deberá ser financiado por los países del Anexo I. Este grupo resalta la incapacidad de la mayoría de los países del Anexo I para cumplir la meta de estabilizar sus emisiones a los niveles de 1990 para el año 2000, en la que fundamentan su renuencia a asumir compromisos adicionales.

3. Perspectivas para la adopción de un Protocolo internacional de cambio climático: las distintas propuestas

Todos los países actúan en función de sus intereses nacionales. En el caso del cambio climático y las emisiones de GI, la definición del interés nacional requiere de cálculos sobre la viabilidad de las posibles medidas de mitigación, tales como la eficiencia energética, así como sobre los costos y beneficios económicos y políticos que conllevan las distintas opciones de postura. La adopción de una estrategia de negociación ante la Convención refleja la evaluación de diversas alternativas para maximizar las oportunidades disponibles y los riesgos implícitos en cada caso.

Los Estados Unidos han propuesto la creación de un Sistema Internacional de Permisos Comercializables de Emisiones de GI, como mecanismo de instrumentación para la estabilización del nivel *global* de emisiones. Junto con Canadá, Australia, Nueva Zelanda, Noruega, y Japón, han enfatizado la importancia de diseñar un régimen *flexible* en cuanto a fechas, metas y políticas (United States Department of State, 1997: *US Draft Protocol Framework*, submitted to the Ad Hoc Group on the Berlin Mandate, Washington D.C.).

Esta posición contrasta con la propuesta de la Unión Europea, que sostiene la importancia de establecer metas específicas calendarizadas para llevar a cabo las reducciones. La UE propone además que se incluya la posibilidad de cumplir los compromisos adoptados por las Partes de manera individual o *colectiva*, es decir, que el incremento en las emisiones de algunos países se vea compensado por la disminución en otros, como contempla la Unión

ante las diferencias entre los niveles de desarrollo de sus miembros. Por ejemplo, los países europeos de menor nivel de desarrollo como Grecia y Portugal incrementarán sus emisiones nacionales, pero la reducción de las emisiones de Alemania, Francia y el Reino Unido compensaría dicho crecimiento (Presidency of the European Union, 1996: *EU Protocol Structure*, Dublin).

Ante la reciente insistencia de los Estados Unidos y la Unión Europea en el sentido de que los países en desarrollo más industrializados deberán asumir compromisos adicionales a los de la Convención, Corea del Sur, país que registra una de las mayores tasas de crecimiento de emisiones, propone que se contabilicen las *reducciones cualitativas cuantificables* de las emisiones de GI. Esto se traduce en asumir el compromiso de limitar cuando menos el ritmo del crecimiento esperado de las emisiones, mediante la instrumentación de medidas como la eficientización del consumo energético (Corea, s.f.: *An initial proposal for the dynamically growing economies on the elements in a draft Protocol or Amendment of the UNFCCC*).

Australia por su parte, como país exportador de un importante volumen de carbón mineral, el combustible fósil más contaminante, propone que el acuerdo al que se llegue contemple cláusulas específicas que salvaguarden los intereses de los países exportadores de hidrocarburos. También ha insistido en que no suscribirá compromisos internacionales que reduzcan o comprometan su ingreso per cápita. A diferencia de los países miembros de la OPEP, Australia tiene un nivel elevado de ingreso y de emisiones per cápita (Australia, 1997: *Elements of a legal instruments; further submission from Australia to the AGBM*).

Por otra parte, varios de los miembros de la OPEP, entre los que destaca Irán, han propuesto la creación de un sistema de pagos por parte de los países del Anexo I, que compense las pérdidas en que incurran estos países como consecuencia de menores exportaciones, una vez que los principales importadores de hidrocarburos reduzcan sus niveles de consumo. La Unión Europea, en especial el Reino Unido, ha rechazado firmemente esta propuesta.

Brasil, uno de los países que registran las mayores tasas de deforestación tropical, ha diseñado recientemente una metodología para determinar con la mayor precisión posible el grado de responsabilidad de cada país en la generación del fenómeno, tomando en cuenta factores como las emisiones per cápita de cada gas de invernadero, el volumen total, su crecimiento, la captura forestal de carbono atmosférico y las emisiones por deforestación, la intensidad y eficiencia energéticas, las exportaciones de hidrocarburos y las tasas de crecimiento de la población (Carlos Gay, comunicación personal). El propósito de Brasil es que los compromisos que se adopten dentro del régimen correspondan con la responsabilidad relativa de cada país, medida de una manera precisa e integral.

América Central, y en especial Costa Rica, ha desarrollado una política de eliminación de combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica. Apoyan por ello la negociación de un Protocolo que estimule la Instrumentación Conjunta como mecanismo de reducción de emisiones y la posibilidad de comercializar internacionalmente “créditos” y reducciones (*offsets*) de carbono, lo que equivaldría a vender el “servicio” global de captura forestal de carbono atmosférico. De hecho, Costa Rica ha colocado a la fecha créditos de carbono por un valor de \$10 millones de US dólares en la bolsa de Chicago, luego de haber desarrollado

varios proyectos exitosos de IC con el gobierno de Noruega (Franz Tattenbach, Director de la Oficina Costarricense de Mitigación, comunicación personal).

La AOSIS propuso desde el inicio de las negociaciones en 1990, la creación de un esquema financiero internacional para el pago de indemnizaciones, ante los posibles efectos sufridos por estos países como consecuencia del cambio climático. La noción central de la propuesta ha sido la de que dichos daños serían externalidades negativas de las actividades productivas de otros países y que como tales causarían responsabilidad legal (*liability*) a los causantes del problema. Debido a la escasa fuerza política y económica de esta coalición, su propuesta no ha prosperado, a pesar de que el argumento moral implícito forma parte, hasta cierto punto, del espíritu de la Convención.

China, que como se vió ocupa el segundo lugar por volumen de emisiones y en el futuro ocupará el primero, representa, junto con el Grupo de los 77, la postura más recalcitrante desde la perspectiva de los países en desarrollo. Esta coalición no acepta compromisos adicionales a los previstos en la Convención y espera señales inequívocas por parte de los países desarrollados, de que los esfuerzos de mitigación serán equitativos. Sin embargo, China explora con atención las oportunidades implícitas en el mecanismo de Instrumentación Conjunta, y desarrolla al efecto una cartera de proyectos viables dentro de este mecanismo (*International Conference on Technologies for Activities Implemeted Jointly*, International Energy Agency, Vancouver, 26-30 de mayo de 1997).

Además de los gobiernos de los países que forman parte de la Convención, existen otros actores relevantes en las negociaciones para la definición del régimen de cambio climático.

Entre estos destacan las múltiples organizaciones ambientalistas independientes como Greenpeace, Friends of the Earth, la David Suzuki Foundation de Canadá y otras menos prominentes. Algunas instituciones de investigación como el World Resources Institute y el Worldwatch Institute han llevado a cabo análisis importantes en torno a las opciones disponibles para enfrentar la problemática del cambio climático, estudios que probablemente incidirán en las propuestas oficiales para la evolución del régimen. Algunas agrupaciones empresariales están comenzado a intervenir en el debate internacional sobre las opciones de respuesta frente al problema (W. Stevens: "Industries revisit global warming", *The New York Times*, 5 de agosto de 1997). Entre estos actores deben destacarse los siguientes:

En términos generales, las organizaciones ambientalistas independientes propugnan la adopción de regulaciones internacionales vinculantes con metas calendarizadas que reduzcan en forma drástica los niveles de emisiones en el menor tiempo posible.

La *International Climate Change Partnership*, junto con lo que suele denominarse el frente ambiental de la industria petrolera, es una coalición de trasnacionales petroleras y energéticas entre las que destacan Chevron y British Petroleum, que propugna la adopción gradual de medidas de mitigación, reconociendo la gravedad del fenómeno y la necesidad de diseñar una estrategia global de largo plazo para abatir el problema.

El *Business Council for Sustainable Energy* de los Estados Unidos, así como su contraparte europea, integran tanto a empresas productoras de tecnologías energéticas

alternas como a compañías interesadas en promover el ahorro de energía. Junto con la Alianza Internacional de Cogeneración propugnan la adopción expedita de regulaciones internacionales que estimulen el desarrollo de estas alternativas. Su principal argumento es el de que en el presente las energías renovables enfrentan límites a su desarrollo por las ventajas comparativas de las que gozan los combustibles fósiles, cuyos precios internacionales no reflejan el costo de la degradación ambiental que genera su producción y consumo, incluyendo las emisiones de GI. Las compañías de seguros agrupadas en la *American Reinsurance Association*, así como las reaseguradoras de Suiza y Austria sostienen una postura similar y perciben los riesgos de mayores desastres climáticas como la peor amenaza a su rentabilidad.

La Organización Patronal Europea, así como el Edison Electric Institute, apoyado por la *Environmental Protection Agency* (EPA) del gobierno estadounidense, promueven la adopción de medidas voluntarias de mitigación por parte del sector empresarial, además del diseño de estímulos para la propagación de tecnologías eficientes de consumo energético.

En contraste, la coalición conocida como *Global Climate Coalition*, representa en los Estados Unidos al sector empresarial más escéptico ante el fenómeno y más recalcitrante en su oposición a la adopción de medidas de mitigación que bajo su perspectiva representarían costos injustificables, ante la persistencia de la incertidumbre científica. En las semanas que precedieron a la Conferencia de Kyoto, la *Global Climate Coalition* montó una feroz campaña de publicidad en los medios de difusión en Estados Unidos con el objeto de rechazar cualquier compromiso por parte de dicho país que implicara reducir su volumen

de emisiones, alertando al público ante eventuales incrementos astronómicos en el costo de los energéticos.

Esta diversidad de posturas representa el amplio espectro de posiciones ante las opciones disponibles para enfrentar el fenómeno. Cabe resaltar que el frente prácticamente unánime de oposición y escepticismo integrado por el sector empresarial trasnacional en el inicio de las negociaciones se ha desarticulado, dando lugar a la formulación de posturas menos extremas y más pragmáticas.

4. El régimen necesario y el acuerdo de Kyoto

En los meses que precedieron a la Conferencia de Kyoto, prevaleció la tensión entre las perspectivas de acuerdo, la gradual articulación de un consenso entre la mayor parte de los actores relevantes favorable a la adopción de un régimen flexible con una perspectiva de largo plazo y el riesgo de un colapso de las negociaciones tras el anuncio de por parte de la Administración Clinton, en noviembre, de su propuesta de reducción de emisiones. El acuerdo debería permitir modificar los plazos y metas a adoptar en función de los avances en el conocimiento científico y el desarrollo de alternativas tecnológicas para la generación y el consumo de energía. El consenso enfatizaba la necesidad de adoptar a la brevedad todas aquellas medidas de mitigación costo-efectivas disponibles en el corto plazo. Tanto el

segundo Informe del PICC (equipo de trabajo II) como los análisis realizados por la EPA demuestran que una fracción considerable de las medidas de mitigación y reducción de emisiones, podrían llevarse a cabo en el presente con un bajo costo, si se modifica el sistema de incentivos económicos y si se eliminan las fallas del mercado que ocasionan un uso ineficiente de la energía de origen fósil. El énfasis parece residir en un mayor pragmatismo ante las posturas ideológicas originales tanto de los “escépticos” como de los “alarmistas”.

Finalmente fueron aprobadas, a pesar de las discrepancias entre Estados Unidos y la Unión Europea, metas *vinculantes* calendarizadas de reducción de emisiones para 38 países industrializados: Estados Unidos reducirá su volumen de emisiones en 7% con respecto a los niveles de 1990, Japón en 6% y la UE en 8%, a partir del año 2012 (Fialka, J., “Global Warming Treaty is Approved”, en: *The Wall Street Journal*, 11 de diciembre de 1997, p.A2). El tratado elimina la incertidumbre acerca de la adopción o no de límites a las emisiones de los países más industrializados.

Quedó pendiente, no obstante, la distribución relativa de los costos de la mitigación entre los principales emisores históricos y los mayores emisores emergentes en un horizonte de más largo plazo, ya que la delegación estadounidense insistió hasta el final en la necesidad de involucrar a los países en desarrollo en la instrumentación de medidas obligatorias de mitigación de emisiones. Es igualmente cierto por un lado, que el problema fue originado por las economías más industrializadas, como que por el otro, en las próximas décadas las emisiones agregadas de los países de industrialización reciente serán mayores a las de los países del Anexo I. Ante el reto que plantea resolver esta dicotomía, y ante la incapacidad

de la mayoría de los países desarrollados para reducir sus emisiones, no puede descartarse el eventual colapso del régimen en términos reales: la imposibilidad de reducir en forma efectiva el crecimiento de las emisiones globales de GI antes de que se produzca una alteración peligrosa del sistema climático. En Estados Unidos la *Global Climate Coalition*, que representa ramas de la industria automotriz, la petrolera y la siderúrgica iniciaron una campaña para destruir el acuerdo al día siguiente de su firma (Duff, C. "Accord May Cool U.S. Economy, Experts Warn" en: *The Wall Street Journal*, 11 de diciembre de 1997, p.A2).

A partir de la certidumbre que establece el acuerdo de Kyoto acerca de la instrumentación de reducciones calendarizadas de emisiones por parte de las economías más industrializadas, el establecimiento de un sistema internacional de incentivos y sanciones será determinante para evitar dicho desenlace, por lo que un esquema de permisos comercializables de emisiones y acreditación de reducciones será indispensable. La adopción de sanciones comerciales como un mecanismo legítimo deberá contar con un respaldo unánime, lo cual es dudoso que se logre si no se definen claramente las obligaciones correspondientes para cada país de acuerdo a su nivel de desarrollo. No obstante, continúa siendo uno de los principales objetivos de Estados Unidos y la Administración Clinton ha anunciado que no enviará el acuerdo de Kyoto ante el Senado para su ratificación a menos que haya asegurado mayores compromisos por parte de los países en desarrollo.

De acuerdo con los argumentos más recientes, un escenario plausible para la Cuarta Sesión de la Conferencia de las Partes, que tendrá lugar en Buenos Aires en noviembre de 1998,

será la posible creación de un sistema “cerrado” de incentivos, cuya adjudicación dependería del involucramiento de cada país en proyectos de mitigación. Por ejemplo, podría acordarse un sistema de cuotas de emisiones y permisos comercializables (*allowances*), la participación en la cual sería condicional a la adopción de medidas de mitigación. La elegibilidad de cada país en desarrollo para recibir inversiones bajo el mecanismo de IC dependería de su nivel de compromiso con los objetivos del régimen. El propósito de dicho sistema sería eliminar la posibilidad de que países “oportunistas” (*free-riders*) se beneficiaran de los esfuerzos realizados por otros países dispuestos a incurrir en mayores costos de mitigación. Un objetivo implícito de las negociaciones pudiera ser la creación de un sistema eficiente y excluyente de estímulos financieros para promover la realización de medidas de mitigación, es decir, un mercado cerrado (Carlos Gay, comunicación personal; Conferencia Internacional *Technologies for Activities Implemented Jointly*, International Energy Agency, Vancouver, mayo 26-30, 1997).

Lo atractivo del dilema reside en que el futuro no está resuelto de antemano, sino que depende de las decisiones colectivas que se adopten en el presente. El resultado mínimo de la Conferencia de Kyoto fue el de dar inicio de una nueva ronda de negociaciones con objetivos tácticos y estratégicos más claros y con mayor información que la que estuvo disponible durante la negociación de la Convención. Resultará crucial definir con claridad los objetivos nacionales ante el objetivo general de garantizar el funcionamiento del sistema climático en un horizonte de largo plazo.

Además de las discrepancias de índole política, la dificultad de diseñar e instrumentar un régimen eficaz de cambio climático estriba en la necesidad de articular de manera

coherente y funcional, las diversas características que el sistema deberá mantener: equidad en la distribución de las obligaciones; flexibilidad en cuanto a metas y plazos; minimización de los costos de mitigación y eficiencia económica; consideración del crecimiento demográfico como factor determinante de los niveles futuros de emisiones.

Entre los instrumentos de regulación internacional que han sido propuestos en diversas fuentes (eg. Dornbusch y Poterba, 1991) resaltan los impuestos al uso de hidrocarburos por coeficiente de emisión, las metas y límites por país y los permisos comercializables de emisiones. Como mecanismos aislados estos instrumentos enfrentan diversas dificultades que podrían limitar su eficacia. Recientemente se han propuesto diversas combinaciones de instrumentos que podrían articular un sistema flexible y eficaz para la ejecución del régimen de cambio climático (Danny Harvey, 1995). Entre estas propuestas destaca la de combinar permisos anuales comercializables de emisiones, asignados por tamaño de población en un año dado, con impuestos moderados por las emisiones que excedan dicha cuota (\$10.00-\$15.00 USDs por tonelada de carbono). Estos impuestos y permisos se aplicarían a los gobiernos nacionales, los que a su vez escogerían entre las opciones de política más eficientes para promover la reducción de las emisiones nacionales. El número de permisos deberá corresponder al volumen global de emisiones en un año dado, o bien el umbral que se considere adecuado, y dicho volumen podrá ser revisado en función de los avances científicos. En forma correspondiente, tanto los impuestos como el número de permisos podrían re-ajustarse.

La asignación de los permisos en función del tamaño de la población respondería a las exigencias de equidad de los países en desarrollo (Parikh y Painuly, 1994), en especial

China e India, en tanto que los impuestos a las emisiones excedentes a los permisos flexibilizarían lo que de otro modo sería un rígido sistema de cuotas; además constituiría un desincentivo para continuar incrementando las emisiones en forma indefinida y pondría un límite a la transferencia de recursos al limitar el precio de los permisos comercializables, preocupación de los países más industrializados (Danny Harvey, 1995).

Dado que muchos de los principales emisores emergentes no han estabilizado sus niveles de población, los permisos asignados podrían ajustarse en plazos periódicos, buscando estimular a su vez la transición demográfica.

Esta propuesta asume la existencia de un potencial substancial de reducción de emisiones en los países más industrializados, así como de limitar el crecimiento de las emisiones en los países en desarrollo. Al igual que el mecanismo de IC, un esquema como este buscaría estimular la competencia internacional en el diseño y ejecución de medidas económicamente eficientes para reducir las emisiones de GI (Danny Harvey, 1995).

A la fecha se han producido algunos avances significativos en torno al establecimiento de un mercado internacional de permisos comercializables o “créditos de carbono” mediante el mecanismo de IC. Algunos gobiernos tanto de países en desarrollo como industrializados (Canadá, Noruega, Estados Unidos y Costa Rica) han mostrado interés en el mecanismo; quizá más relevante aún, algunos grandes emisores corporativos (Chevron, International Automobile Federation) han incursionado en la IC y parece estarse desarrollando un mercado internacional que pudiera convertirse en el mecanismo de regulación más amplio y efectivo en el largo plazo (Conferencia Internacional *Technologies for Activities*

Implemented Jointly, sesión plenaria, International Energy Agency, Vancouver, 26-30 de mayo de 1997). Sin embargo, la adopción de compromisos precisos, substanciales y vinculantes durante la Conferencia de Kyoto fue crucial para transmitir a los agentes económicos en todo el mundo el mensaje de que *business will not continue as usual* (Bodansky, 1994).

El mayor desafío para las negociaciones a partir de la Conferencia de Kyoto será asegurar la viabilidad y efectividad del régimen en el largo plazo, permitiendo acordar modificaciones conforme evolucionen tanto el conocimiento científico como el consenso político internacional. Por ello, las futuras negociaciones deberán equilibrar la necesaria flexibilidad de los compromisos, ante la heterogeneidad de intereses, posturas y condiciones nacionales, con la urgencia de emitir señales claras sobre la firmeza, efectividad y viabilidad política del régimen. El fenómeno de cambio climático, el “hilo de la madeja”, plantea para la comunidad internacional a la vez el desafío y la oportunidad de desarrollar, en un horizonte de largo plazo, un sistema legítimo y equitativo de *global governance*.

III. MÉXICO ANTE EL DESAFÍO DEL CAMBIO CLIMÁTICO

Después de analizar las diversas configuraciones de intereses que han surgido ante el desarrollo del régimen de cambio climático, intereses que han incidido en los resultados de las negociaciones internacionales en la materia, es necesario analizar las condiciones y características que determinan la posición particular de México ante el fenómeno.

La definición del interés nacional ante el desafío del cambio climático requiere analizar varios aspectos fundamentales: la vulnerabilidad territorial del país ante el fenómeno; su contribución relativa a la generación del mismo; las opciones de mitigación disponibles en el contexto nacional; su impacto probable sobre la capacidad productiva; las posibles consecuencias de los escenarios probables en la evolución del régimen internacional.

1. La vulnerabilidad territorial de México ante el cambio climático

El Estudio de Vulnerabilidad forma parte del proyecto *Estudio de País: México*, realizado bajo la coordinación del Instituto Nacional de Ecología con apoyo del *U.S. Country Studies Program*. Los resultados de este estudio forman parte del *Reporte de Acción Climática* presentado por México ante la Convención en 1997. El objetivo del estudio fue evaluar los posibles impactos ecológicos, económicos y sociales del fenómeno. El proyecto considera los efectos potenciales del cambio climático sobre la agricultura, los ecosistemas forestales, las zonas costeras del Golfo y el mar Caribe, las 12 zonas hidrológicas del país, las áreas expuestas al proceso de desertificación y a la sequía meteorológica, el sector industrial, el sector energético y los asentamientos humanos (INE, 1997).

Debido a la heterogeneidad ecogeográfica que caracteriza al territorio nacional, los efectos de los posibles cambios en las condiciones climáticas que prevalecen en el país serían también variables, dependiendo de una combinación de factores y condiciones tanto geográficas como socioeconómicas. Los factores más relevantes a este respecto son las condiciones latitudinales, altitudinales, orográficas, hidrológicas, geomorfológicas, así como la densidad y características de los asentamientos humanos, la infraestructura y las actividades productivas emplazadas en zonas específicas del territorio.

El Estudio de Vulnerabilidad se llevó a cabo mediante la aplicación de dos Modelos de Circulación General (MCG) *Canadian Climate Center Model (CCCM)* y *Geophysical*

Fluids Dynamics Laboratory (GFDL), simulándose un doblamiento de la concentración atmosférica de bióxido de carbono, a partir del escenario base representado por las condiciones climatológicas registradas entre 1950 y 1980.⁹ Los resultados del estudio fueron divididos en tres zonas latitudinales con características climatológicas similares: Norte (península de Baja California, Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas y San Luis Potosí); Centro (Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Distrito Federal, Morelos, Puebla y Veracruz) y Sur (Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo).

La tendencia resultante de la aplicación de los modelos prevé una expansión latitudinal (hacia el sur) de la superficie caracterizada por la persistencia de condiciones cálidas secas (áridas y semiáridas) y una reducción concomitante de las áreas que en la actualidad mantienen climas templados húmedos y subhúmedos, así como fríos y semifríos; en algunas zonas, estos últimos podrían incluso desaparecer. Aunque los aumentos en la temperatura son previstos en ambos MCG, las variaciones en la precipitación varían de un modelo a otro y de una región a otra. El escenario más probable, no obstante, sería una reducción de la precipitación y una mayor frecuencia de sequías meteorológicas en las zonas áridas y semiáridas del territorio, que en el presente ocupan más de la mitad del mismo. De hecho, para la zona Norte, los modelos prevén un incremento de entre 30% y 36% en el área expuesta a sequías fuertes y muy severas, aunque también las zonas Centro

⁹ Los MCG son modelos computacionales que permiten simular y pronosticar el funcionamiento del sistema climático al alterar variables como las concentraciones atmosféricas de gases de invernadero, la temperatura, la precipitación, etc., a partir de un escenario base. Estos modelos sirven para predecir los posibles impactos

y Sur experimentarían escasez de precipitación en áreas que en el escenario base no la padecen (INE, 1997, p.22-26).

Los cambios esperados en las condiciones de temperatura y precipitación tendrían efectos sobre las cuencas hidrológicas, las áreas aptas para los cultivos básicos de temporal, los sistemas de riego, los ecosistemas forestales, la generación de energía hidroeléctrica y termoeléctrica de vapor, las actividades industriales que conllevan un consumo intensivo de agua y los asentamientos humanos en la zona centro del país. Por su parte, la elevación del nivel medio del mar afectaría a varias regiones y ecosistemas costeros. A continuación se resumen los pronósticos más sobresalientes del Estudio de Vulnerabilidad por área temática (*Ibid.* p. 116-186)

- a) Áreas expuestas a la desertificación y a la sequía meteorológica. Debido a que más de la mitad del territorio se localiza en una latitud subtropical caracterizada por la presencia de zonas áridas y semiáridas, y a que cerca del 80% de los suelos del país registran algún grado de erosión (principalmente por la deforestación de terrenos con pendientes pronunciadas), en el evento de un cambio climático la desertificación continuaría avanzando a tasas más aceleradas, agravándose por una mayor frecuencia de las sequías. La zona más expuesta sería la región Norte, en particular las vertientes internas de las serranías, pero también los estados de Tlaxcala, Puebla, Veracruz y los estados

de las alteraciones climáticas y su capacidad predictiva ha mejorado sensiblemente en los últimos años, contribuyendo a su vez al desarrollo de la teoría.

donde la desertificación afecta ya al 50% de su superficie: Michoacán, Jalisco, Colima, Nayarit, Querétaro, Hidalgo y Guanajuato. A diferencia de lo que ocurre en la actualidad, la zona húmeda del sur y sureste estaría expuesta a sufrir periodos de sequía, principalmente en Chiapas y Oaxaca, pero también en Tabasco, Veracruz, Campeche y Quintana Roo.

- b) Zonas hidrológicas. Las cuencas hidrológicas de la zona Norte presentan en general grados importantes de déficit y deterioro en el escenario base, en particular las de los ríos Bravo, Colorado y Pánuco; este deterioro podría agravarse con la mayor aridez esperada. Las cuencas de la zona Centro presentan los grados más altos de deterioro por contaminación y sobre-explotación, en particular el sistema Lerma-Santiago-Chapala. Los sistemas hidrológicos de la zona Sur del país, siendo los más caudalosos a causa de los regímenes pluviométricos húmedos, serían los menos afectados por el cambio climático, aunque podrían incrementar sus caudales en forma significativa.
- c) Agricultura. Aunque una mayor concentración atmosférica de bióxido de carbono, en combinación con un posible incremento de la precipitación en algunas áreas y la elevación de la temperatura podrían contribuir al crecimiento de la superficie apta para los cultivos básicos de temporal (por ejemplo en Tamaulipas y el norte de Nuevo León), se espera que muchas de las zonas que actualmente cuentan con este potencial lo pierdan a consecuencia de la alteración climática. Cabe destacar que las condiciones de aridez, la compleja topografía y las condiciones edafológicas presentes en gran parte del

territorio constituyen severas limitaciones al potencial agrícola en el escenario base, utilizándose sólo entre el 10% y el 20% del mismo.¹⁰ Asimismo, debe tomarse en cuenta que la agricultura de temporal representa aún el medio de subsistencia de la mayor parte de la población rural del país. Entre las áreas expuestas a perder este potencial se encuentran el sur de Sinaloa y las zonas aptas para el cultivo del maíz en Jalisco, Nayarit, Guanajuato, Aguascalientes, México, Colima, norte de Michoacán, México y *en todos los estados del sur y del sureste*, donde los incrementos en la precipitación pluvial acelerarían los procesos de erosión y lixiviación de los someros suelos tropicales, en particular en las zonas montañosas.

- d) Ecosistemas forestales. Los bosques templados húmedos y subhúmedos así como los fríos y semifríos serían los más vulnerables ante un aumento de las condiciones de calor y aridez. Los más expuestos serían los bosques de coníferas así como los mixtos de coníferas y latifoliadas (géneros *pinus* y *quercus*) en las vertientes internas de las grandes cadenas orográficas, particularmente en el norte del país y en Oaxaca, Chiapas, oriente de Michoacán, norte de Morelos y la sierra Zongolica en Veracruz. Los matorrales xerófilos de Chihuahua, Coahuila, Zacatecas y San Luis Potosí sufrirían también condiciones extremas. Los matorrales desérticos, al igual que los bosques tropicales secos y muy secos sucederían a las formaciones originales.

¹⁰ El 59.6% del territorio no es apto para el cultivo de granos básicos en condiciones de temporal; el 32. 8% es moderadamente apto y sólo el 7.6% es apto para este tipo de producción.

- e) **Zonas costeras vulnerables al aumento del nivel del mar.** Las áreas más vulnerables al aumento del nivel del mar causado por la expansión térmica de la masa oceánica se localizan en las zonas bajas de la llanura costera del Golfo y en el mar Caribe, en particular los deltas de los ríos Bravo y Pánuco, la laguna de Alvarado, el delta del sistema Grijalva-Usumacinta (sistema lagunar costero de Tabasco), las costas del norte de Campeche y la zona de Sian Ka'an en Quintana Roo.
- f) **Sector industrial.** Los impactos más inmediatos del cambio climático sobre la industria afectarían a aquellos sectores que utilizan grandes volúmenes de agua, en particular los complejos químicos y petroquímicos de Puebla y Veracruz; la producción y refinación de petróleo en Tabasco, Chiapas, Campeche y el corredor industrial de Guanajuato; la minería de Colima; la industria siderúrgica de Puebla; las industrias alimentaria, textil, papelera y azucarera en los estados del sur y del sureste.
- g) **Sector energético.** La generación de energía hidroeléctrica y termoeléctrica de vapor en el norte y centro del país podría ser severamente limitada por las condiciones de sequía más frecuentes y prolongadas. Las plataformas petroleras de la sonda de Campeche podrían sufrir daños considerables en condiciones meteorológicas extremas, que se espera ocurrirán con mayor frecuencia, en especial si tiene lugar la elevación del nivel del mar anticipada por los modelos. Este pronóstico plantea además riesgos similares para la infraestructura portuaria.

h) Asentamientos humanos. La zona cuyos asentamientos humanos presentan una mayor vulnerabilidad ante los posibles efectos del cambio climático es el centro del país. Esto se debe a su densidad demográfica e industrial, así como a los ritmos de crecimiento poblacional en las principales áreas urbanas. La concentración de grandes zonas urbanas y complejos industriales generará una demanda cada vez mayor de agua, energía, servicios y alimentos. La necesidad de incrementar el abasto de agua, tanto para abasto urbano como para uso industrial y generación de energía, enfrentaría severas limitaciones bajo las condiciones climatológicas pronosticadas por los modelos.

Como puede apreciarse en este breve recuento, la complejidad, el alcance geográfico y la severidad de los impactos potenciales del cambio climático sobre el territorio nacional constituyen un punto de partida difícil de soslayar para la definición del interés nacional ante el fenómeno en el mediano y largo plazos, en particular si se resaltan sus posibles efectos socioeconómicos. Puede argumentarse que los impactos adversos del fenómeno sobre los ecosistemas, las actividades productivas y los asentamientos humanos de México superarán al promedio de los impactos esperados por otros países. Esto se debe a una combinación particular de condiciones geográficas y socioeconómicas.

2. La contribución de México a la generación del fenómeno

La contribución de México al aumento de las concentraciones atmosféricas de GI se origina principalmente en la quema de combustibles fósiles para la generación de energía, la conversión de áreas forestales a otros usos y la producción de cemento. La dinámica poblacional¹¹, la expansión de la planta industrial y la continua urbanización generarán necesidades energéticas mayores en el futuro cercano. Debido a que la principal fuente disponible de energía son los hidrocarburos, se espera un crecimiento substancial de las emisiones del sector energético (Aresti, 1997; EIC Consultores, 1996).

México emite a la atmósfera el 1.8% de las emisiones totales de carbono *por combustión de energéticos fósiles*, ocupando el décimo cuarto lugar a nivel mundial. Actualmente sólo este tipo de emisiones es objeto de negociación dentro del régimen internacional de cambio climático. La producción de energía causó el 57% de las emisiones nacionales de GI en 1985, con 74 millones de toneladas de carbono (MtonC); la oferta energética nacional ha crecido en forma significativa en años recientes generando 90 MtonC en 1990 y 98 MtonC en 1995 (INE, 1995 y EIC Consultores, 1996).

Por otra parte, el cambio de uso del suelo y la deforestación pueden continuar contribuyendo a las emisiones nacionales de GI en una proporción mayor al promedio

mundial, ya que representan cerca del 40% del total, con 53 millones de toneladas de carbono en 1985 (el promedio mundial de emisiones de carbono a la atmósfera causadas por la deforestación se estima entre 20% y 25%). Aunque la tasa actual de deforestación es aún motivo de controversia, el consenso es que se trata de un proceso que continúa en el presente (Masera, 1992 y Segura, 1996). La causa principal de la eliminación de áreas forestales es la expansión de las fronteras agrícola y pecuaria, en combinación de fuegos forestales tanto accidentales como provocados.

Tabla III.1
México: emisiones de carbono por fuente (*)

Fuente	MtonC/año	%
Energía	74	56.96
Cambio de uso del suelo y deforestación (incluye incendios forestales)	53	40.77
Producción de cemento	3	2.31
Total	130	100

(*) El año base es 1985.

FUENTE: Masera, 1992 y 1997.

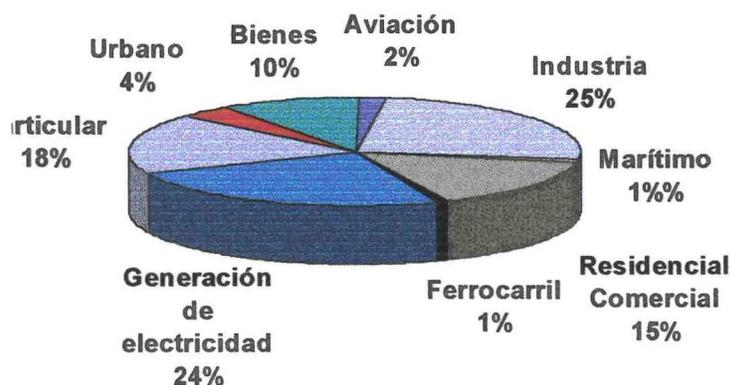
Aunque el nivel de emisiones per capita es relativamente bajo, el volumen en relación al tamaño del PIB es mayor que el de los países más industrializados, lo que refleja un patrón de consumo energético menos eficiente (INE, 1995 y EIC Consultores, 1996).

¹¹ El crecimiento demográfico anual se estima en 1.8%, pero es mayor en las zonas rurales, ejerciendo una presión directa sobre las masas forestales.

Emisiones del sector energético

La producción de energía en México depende substancialmente de la quema de combustibles fósiles. En 1994, 85.6% de la oferta registrada de energía primaria fue generada en procesos térmicos con combustión de hidrocarburos, principalmente petróleo y gas (INE, 1997). A fin de satisfacer una mayor demanda de energía en el futuro cercano, la opción disponible será incrementar el consumo de estos combustibles, como lo anticipan los planes de desarrollo de la Secretaría de Energía (Valdez Reyes, SE, 1997).

Composición del sector de energía en sus emisiones de CO₂ por industria en México



Fuente : México, INE, UNEP, US Country Studies Program (1995). *Preliminary National Inventory of Greenhouse Gas: Mexico*, p9.

En 1996 la capacidad total de producción de electricidad fue de 34,791 megawatts (MW), de los cuales 45.3% fueron generados en plantas de combustión interna a base de vapor, gas y combustóleo, en tanto que 28.8% surgieron de instalaciones hidroeléctricas (HEP); el resto fue obtenido a partir de carbón mineral (7.5%), plantas de ciclo combinado (6.3%), plantas de ciclo dual (6.1%), la planta nuclear de Laguna Verde (3.8%) y esquemas de generación geotérmica (2.2%); las instalaciones eoloeléctricas se encuentran por el momento en una fase experimental.

De un total de 33.0 gigawatts (GW) producidos en 1995, 65.5% fue obtenido de combustibles fósiles: combustóleo 46.1%, gas natural 12.1% y carbón mineral 6.7%. Las fuentes no-fósiles de energía (HEP, nuclear y geotérmica) generaron en conjunto el 34.5%. De 4,949 miles de millones de BTUs por día producidos en 1994, 52% fue generado por la quema de combustóleo con alto contenido de azufre, 37% a partir de gas natural, 6% de carbón mineral, 3% de combustóleo con bajo contenido de azufre y 2% de diesel (Valdez Reyes, SE, 1997).

Los planes de desarrollo de la Secretaría de Energía contemplan un crecimiento de la capacidad total de generación de electricidad que alcanzará los 45.7 GW para el año 2005, con un ligero incremento en la proporción de hidrocarburos utilizados, del 65.5% actual (21.6 GW) al 69.1% (31.6 GW). Aunque en términos absolutos la producción de fuentes alternas (HEP, nuclear, geotérmica y eólica) aumentará de 11.4 GW a 14.1 GW, su participación decaerá a 30.9% de la oferta total de electricidad en los próximos años.

De acuerdo con los lineamientos de la *Política integral de combustibles* del gobierno, la participación relativa de cada tipo de hidrocarburo se verá alterada, con el combustóleo disminuyendo en términos absolutos de 15.2 GW a sólo 10.6 GW y de 46.1% a 23.2% del total; el uso de carbón mineral crecerá de 2.2 GW a 4.7 GW, es decir 10.3%; el uso de gas natural crecerá en proporción a 35.2% generando 16.1 GW. En relación al consumo total de combustibles para el año 2005, de un total previsto de 7,287 miles de millones de BTUs por día, 51% serán obtenidas a partir de gas natural, 18% de combustóleo con alto contenido de azufre, 13% de combustóleo con bajo contenido de azufre, 6% a partir de diesel y 12% a partir de carbón mineral (SE, 1995: Programa de Desarrollo del Sector Energético; Valdez Reyes, SE, 1997). La contribución relativa de las fuentes energéticas libres de GI aumentará una vez que los proyectos eoloeléctricos trasciendan la etapa experimental.

Asumiendo una contribución relativa constante para cada tipo de hidrocarburo en la generación total de energía (tomando 1990 como año base), las emisiones de GI crecerán en forma sostenida, pero las proyecciones varían dependiendo de diferentes premisas. El gas natural es el combustible fósil con menor contenido de carbono, en contraste con el carbón mineral, que genera el mayor nivel de emisiones, en tanto que el combustóleo tiene un nivel intermedio. Los pronósticos de crecimiento de emisiones oscilan entre 50% y 78% para el año 2010 (EIC Consultores, 1996). El escenario alto aparece en la siguiente tabla:

Tabla III.2
México: Emisiones futuras de GI del sector energético (proyecciones)

Año	1990	1995	2000	2005	2010
MtonCO2	300.67	NA	?	?	?
MtonC	82	98.13*	114.25	130.38	146.51
Crecimiento a partir de 1990		16.13*	32.25	48.38	64.51
% de crecimiento		19.5	39	59	78

* Registradas

FUENTE: Masera, 1995 y EIC Consultores, 1996.

Como puede apreciarse en esta tabla, el crecimiento en los próximos años de las emisiones de GI resultantes de la generación de energía será substancial, incluso si el escenario alto no se verifica.

Emisiones de GI por deforestación y cambio de uso de suelo

La disminución del área ocupada por ecosistemas forestales debido a su conversión a pastizales para ganado, agricultura itinerante de subsistencia y fuegos forestales, ha contribuido en forma substancial al aumento de las emisiones totales de GI de México. Las tasas de deforestación, entre las más altas del mundo para la década de los 1970s y 1980s, se estiman entre 1.5 millones y 370,000 hectáreas al año, dependiendo de la fuente y metodología de medición empleada. La cifra probablemente más probable oscila entre 600,000 y 668,000 ha/año para las dos décadas precedentes, de un total de 141 millones de

ha del área forestal total, incluyendo todos los tipos de vegetación. Una tasa menor ha sido estimada para los 1990s (Segura, 1996). Sólo recientemente se han llevado a cabo mediciones más precisas del volumen de emisiones generado por la eliminación de las masas forestales, arrojando una cifra superior al 40% del total de emisiones, con 53 MtonC de 130 MtonC emitidas en 1985; sin embargo, con una tasa mayor de deforestación, estas emisiones podrían haber alcanzado las 71 MtonC para ese año (Masera, 1995).

Las principales causas de la eliminación de la superficie forestal varían con cada tipo de vegetación, del bosque tropical perennifolio, al tropical caducifolio, templado de coníferas y templado de latifoliadas (sin tomar en cuenta la vegetación de las zonas áridas). Sin embargo, para la mayoría de las formaciones forestales las principales causas combinadas de conversión son: la expansión de las áreas para pastoreo de ganado, la agricultura itinerante de subsistencia, la tala ilegal y los incendios forestales tanto accidentales como vinculados a las otras causas (Masera, 1995). Cerca del 80% de las áreas forestales se encuentran bajo un régimen de propiedad comunal o ejidal, albergando a unos 12 millones de campesinos de subsistencia que sobreviven en condiciones de pobreza y pobreza extrema.

Con 35.5 millones de ha de bosques cerrados y 21 millones de ha con potencial comercial, sólo 7 millones de ha son manejadas en la actualidad. 22 millones de has han sido identificados como áreas forestales degradadas. La silvicultura comercial no ha sido una causa importante de deforestación, como tampoco el consumo de leña de subsistencia (World Bank, 1995 y Segura, 1996).

La causa subyacente de la deforestación parece ser la falta de valor de mercado para los diversos productos y servicios forestales, incluyendo el de captura de carbono, frente a alternativas que promueven el cambio de uso de suelo. A este respecto, los proyectos de Instrumentación Conjunta (IC) pudieran constituir un mecanismo crucial para detener la deforestación y contribuir a la conservación de los “sumideros” naturales de carbono atmosférico, al crear un valor de mercado para el servicio global de captura de carbono.

Aunque las emisiones de GI generadas en el proceso de deforestación no forman parte de las negociaciones del régimen de cambio climático, debido a las dificultades que plantea su medición (y a incógnitas científicas sobre la capacidad de captura de los ecosistemas terrestres), cabe destacar que, como se discute en la sección siguiente, los ecosistemas forestales de México podrían convertirse en sumideros netos de carbono atmosférico durante un cierto horizonte temporal, si se logra detener la deforestación.

3. Las opciones de mitigación disponibles en el contexto nacional

Sector energético

A pesar del crecimiento esperado en la demanda y producción de energía, y de la mayor contribución de los hidrocarburos en la oferta energética total en el futuro cercano, los planes de desarrollo del sector contienen cierto potencial de mitigación de GI en una serie de opciones disponibles: a) desarrollo de tecnologías más eficientes de generación, conservación y uso final; b) sustitución de combustibles; c) desarrollo de fuentes renovables, principalmente energía eólica (Aresti, 1997).

La generación, transmisión y consumo de energía en el país son consideradas ineficientes en relación a los costos que involucran, los patrones de uso prevalecientes y la cantidad de energía resultante por unidad de combustible utilizado. El sector energético paraestatal (PEMEX, CFE y CLyF), que controla la totalidad de la producción nacional de energía primaria¹², enfrenta un proceso de deregulación y privatización parcial que tiene por objeto reducir el nivel de subsidio que subyace a la oferta energética (EIC Consultores, 1996).

Un indicador relevante de la ineficiencia relativa del sector es el nivel de emisiones de GI en relación al PIB; el índice para México supera al de los otros países de la OECD con 1.2 Gg/PIB, en tanto que Canadá y Estados Unidos, dos de los principales emisores en términos

per capita, generan 0.8, y Francia (que cuenta con el mayor potencial nucleoelectrico) 0.3, mientras que el promedio mundial es de 0.7 (*Climate Change Bulletin*, 2º trimestre, 1996 *Apud*: EIC Consultores, 1996). Otra manera de presentar este índice es midiendo el volumen de emisiones por valor del PIB: México emite 140 toneladas de carbono por cada millón de dólares producido, volumen que se compara desfavorablemente con el emitido por economías más desarrolladas (ver la tabla en el cap. anterior de este documento; C. Flavin, y O. Tunali, 1996).

En años recientes, la reducción del costo de la generación de energía se ha convertido en una prioridad del gobierno, promoviendo medidas de conservación y ahorro de energía como un primer paso en esta dirección. Con este propósito se creó en 1989 la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE) como el mecanismo intersecretarial responsable de establecer y promover normas de eficiencia y medidas de conservación. En forma simultánea, gobierno e industria establecieron el Fideicomiso de Apoyo para el Ahorro de Energía en el Sector Eléctrico (FIDE).

Entre las normas de eficiencia aprobados por la CONAE, las siguientes tuvieron amplio impacto: sistemas electromecánicos de bombeo, aislamiento térmico, eficiencia energética integral e iluminación en edificios no residenciales, además de calderas y boilers para uso comercial y privado (EIC Consultores, 1996). El FIDE fue creado para promover la participación del sector privado en proyectos piloto, auditorías, información, adopción de normas, etc. para el ahorro de energía. El proyecto más exitoso a la fecha ha sido *Ilumex*,

¹² Exceptuando la quema de leña de subsistencia en áreas rurales, actividad que representa una proporción substancial de la producción primaria de energía.

que consistió en un subsidio de 60% para la sustitución de 1.7 millones de lámparas incandescentes por lámparas de bajo consumo de energía para uso privado en Guadalajara y Monterrey. Este proyecto continúa actualmente promoviendo la sustitución de otros 6.1 millones de lámparas en todo el país.

Cabe resaltar que las normas de eficiencia *no han sido instrumentadas con el propósito de reducir las emisiones de GI*, sino por consideraciones tanto financieras como de control de contaminantes locales; sin embargo, estas medidas contienen cierto potencial de mitigación de GI. Entre 1990 y 1995, estos proyectos evitaron la emisión de 15.5 millones de toneladas de bióxido de carbono (INE, 1997 y EIC Consultores, 1996).

Como parte del *Plan Nacional de Acción* ante el cambio climático, una serie de tecnologías energéticas de generación y uso final están siendo evaluadas por el INE y el Instituto de Ingeniería de la UNAM para evaluar su potencial de reducción de emisiones de GI en sectores como el comercial, residencial, industrial, transporte y de servicios. Las alternativas tecnológicas para el sector energético con mayor potencial de mitigación de emisiones son: la cogeneración eléctrica, la energía eólica y las calderas eficientes; otras opciones importantes son las bombas hidráulicas, la iluminación eficiente tanto comercial como residencial y los vehículos eléctricos. La tabla siguiente presenta estas alternativas. Resaltan aquellas que representan el mayor potencial de reducción de emisiones.

Tabla III.3
Tecnologías energéticas y sectores bajo evaluación de potencial de mitigación de GI

<i>Generación de energía</i>	<i>Industria</i>	<i>Transporte</i>	<i>Comercial, Residencial y Servicios</i>
Energía eólica	Motores eficientes	Transporte de pasajeros intermodal	Calentadores residenciales (<i>boilers</i>)
Lecho fluidizado (biomasa e hidrocarburos)	Cogeneración	Transporte de carga urbano (operación logística)	Bombas eficientes (drenaje y suministro de agua)
Substitución de combustibles	Calderas eficientes	Cambio de combustibles para automóviles	Iluminación eficiente

FUENTE: Instituto Nacional de Ecología (INE), 1996.

Con respecto a la sustitución de combustibles contemplada en los planes gubernamentales, el cambio más importante será el uso de una mayor proporción de gas natural, concomitante a la reducción relativa en el uso de combustóleo en la generación de la oferta energética (SE, 1997). De nueva cuenta, esta evolución tendrá lugar con el propósito de abatir los costos de producción y la emisión de contaminantes locales como los óxidos de azufre, pero su completa instrumentación contribuirá a reducir las emisiones de GI, a pesar del incremento marginal del empleo de carbón mineral como fuente primaria de energía.

A pesar de que en el presente los proyectos de generación eólica se encuentran en una fase experimental, esta alternativa cuenta con un considerable potencial energético (uno de los cuatro proyectos de Instrumentación Conjunta aprobados a la fecha por las autoridades ambientales corresponde precisamente a la generación de energía eoloelectrica en La Ventosa, Oaxaca). Con un marco adecuado de incentivos financieros y regulatorios, el

desarrollo de esta fuente renovable sería substancial, con una capacidad de 5000 MW posible para el año 2010, si se lleva a cabo la inversión necesaria.

En forma conjunta, si se combinan y desarrollan satisfactoriamente, las opciones de mitigación mencionadas podrían evitar emisiones en el orden de 17 MtonC/año para el año 2005 (Cifras finales presentadas en el seminario: “Evaluación de estrategias para enfrentar el cambio climático global”, Veracruz, Ver., mayo 22-23, 1997; Instituto de Ingeniería, UNAM).

El potencial de captura forestal de carbono

Aunque el sector forestal de México actualmente contribuye con cerca del 40% de las emisiones de GI (a consecuencia del cambio del uso del suelo forestal y otras causas de deforestación) los recursos forestales representan un potencial importante de mitigación, en la medida en la que se logre detener la destrucción de los bosques y las selvas, durante un cierto horizonte temporal. A pesar del volumen de emisiones generado por la eliminación de las masas forestales, sus altas tasas de regeneración natural representan un potencial significativo de captura de carbono atmosférico; este potencial puede convertir a los ecosistemas forestales de México en un “sumidero” neto, de lograrse el objetivo gubernamental de poner fin al cambio de uso de suelo y a la deforestación (Segura, 1996).

En el corto plazo, el mayor potencial de captura reside en frenar la deforestación; a partir de entonces, en promover proyectos de reforestación, así como el desarrollo de plantaciones comerciales una vez que se logre poner fin a la destrucción de los recursos. Los sistemas agroforestales representan también una alternativa de captura de carbono con generación de ingresos adicionales para la población rural a través del mecanismo de Instrumentación Conjunta y de la venta de “créditos” de carbono, tanto a nivel nacional como internacional.

Tabla III.4
Volumen en pié (arbolado) e incremento anual por tipo de bosque

Tipo de bosque	Volumen en pié		Incremento anual	
	millones m ³	%	millones m ³	%
Templado	1,821.9	65	25	74.9
Tropical	981.1	35	8.4	25.1
Total	2,803	100	33.4	100

FUENTE: (SARH, 1994 *Apud*: EIC Consultores, 1996).

La nueva política forestal identifica como la causa subyacente de la deforestación a la ausencia de valores de mercado para los múltiples recursos y servicios proporcionados por los ecosistemas forestales (SEMARNAP, 1995 y 1997). Por ello, esta política se propone promover la adjudicación y realización este tipo de valores a fin de que se generen incentivos económicos para los usuarios y propietarios de los terrenos forestales, en favor de la conservación y el manejo sustentable de los mismos.

Además de las recientes modificaciones a la legislación forestal (abril de 1997), las autoridades ambientales han elaborado un sistema de incentivos técnicos y financieros para

impulsar estos objetivos, contenidos en el *Programa de Desarrollo Forestal* y el *Programa de Desarrollo de Plantaciones Comerciales*. Los proyectos de Instrumentación Conjunta pueden promover la realización del objetivo de esta política, al permitir la adjudicación de un valor de mercado al “servicio” ambiental global que representa la captura de carbono, el cual contribuye a la estabilización de las concentraciones atmosféricas del bióxido de carbono. El fundamento de este tipo de iniciativas de IC es el potencial de captura implícito en las opciones de manejo sustentable de los bosques y selvas, al igual que las plantaciones forestales en zonas degradadas, los proyectos de reforestación y los sistemas agroforestales de manejo (Segura, 1995).

Cálculos recientes (Masera, 1995 y 1997) estiman la capacidad de captura de los bosques cerrados de México entre 100 y 190 ton/ha en un escenario de largo plazo, dependiendo del tipo de bosque (tropical, templado, perennifolio, caducifolio, etc.) así como de la intensidad de las técnicas de manejo forestal aplicadas. Las plantaciones comerciales, para cuyo establecimiento se han identificado 8 millones de ha con condiciones adecuadas, podrían capturar entre 67 y 150 tonC/ha. Para el año 2030, el potencial acumulativo neto de captura de carbono en las masas forestales de México, podría llegar a 3 gigatoneladas (Gton); eliminando los múltiples obstáculos de índole socioeconómica esta cifra podría alcanzar las 5 Gton. La realización de esta capacidad requeriría estimular la captura de carbono mediante el manejo sustentable de los bosques naturales en el corto plazo (hasta el año 2005) y continuar con programas fuertes de reforestación, a partir del año 2010. (*Taller sobre Proyectos de Secuestro de Carbono e Instrumentación Conjunta*, San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México; 11-12 de abril de 1997).

Este potencial de captura es substancialmente mayor al incremento esperado en las emisiones de carbono que resultarán del crecimiento de la oferta energética, como aparece detallado en la tabla siguiente:

Tabla III.5
México: Emisiones de GI del Sector Energético y Potencial de Captura de Carbono (MtonC)
(Proyecciones) (*)

Año	1990	1995	2000	2005	2010
Captura forestal		-20	-69	-72	-72
Emisiones del sector energético	82	98.13	114.25	130.38	146.51
Emisiones netas totales: energía-captura		78.13	45.25	58.38	74.51
Nivel de emisiones 1990	82	82	82	82	82
Diferencia emisiones netas-emisiones 1990		-3.87	-36.75	-23.62	-7.49
Captura como % de las emisiones del sector energético		20.38	60.39	55.22	49.14
% incremento/reducción relativo a 1990		-4.72	-44.81	-28.80	-9.14

(*) Se asume un incremento de 59% en las emisiones del sector energético en el periodo 1990-2005 (48.38 MtonsC) y un crecimiento anual de 3.93%.

FUENTE: Tabla elaborada por C. Gay y M. Estrada del Instituto Nacional de Ecología, y por O. Masera del Instituto de Ecología-UNAM, 1997.

Esta comparación ilustra el potencial de mitigación de GI que encierra la posible integración del sistema energético con un manejo forestal que promueva la conservación de los bosques y selvas del país. Esta integración podría ocurrir mediante la creación de un sistema de incentivos económicos que promovieran la adjudicación de valores de mercado, en la actualidad inexistentes, a los recursos y servicios forestales. La Instrumentación Conjunta de proyectos de captura de carbono constituye un mecanismo crítico en la realización de este objetivo, esencial para detener la deforestación. Este potencial de captura es particularmente significativo en el contexto del continuo crecimiento de las emisiones energéticas de GI, tanto a nivel mundial como en los tres países de América del Norte.

Tabla III.6
Emisiones de CO₂ evitadas y capturadas en 1994 y 2010 instrumentando las opciones disponibles en los sectores energético y forestal

	1994	2010
Emisiones totales de CO ₂ (Tg)	320	600-685
Emisiones totales de C (Mton)	87	163-187
MtonCp/cápita	1.0	1.4-1.6
Emisiones evitadas sector energético (MtonC)		17
Emisiones capturadas sector forestal (MtonC)		80
Total (evitadas y capturadas) (MtonC)		97
Emisiones totales sector energético (incluyendo mediadas de mitigación)		170 (1.45 tonCp/cápita)
No energético		107 (0.91 tonCp/cápita)
Total		90 (0.77 tonCp/cápita)

FUENTE: Instituto Nacional de Ecología- Instituto de Ingeniería de la UNAM (1997): *Segunda Fase del Estudio de País: México.*

La tabla anterior ilustra que a pesar del crecimiento esperado en las emisiones de carbono por consumo de energía entre 1994 (año base de esta estimación) y el año 2010, la combinación de la captura forestal con la instrumentación de alternativas tecnológicas para el sector energético podría compensar este crecimiento casi en su totalidad; *el nivel neto de emisiones podría estabilizarse sin frenar el crecimiento de la oferta de energía* en tanto que el nivel de emisiones per cápita podría incluso disminuir.

A la fecha, las autoridades ambientales de México, en colaboración con la *US Initiative on Joint Implementation* (USIJI) y el gobierno de Noruega, han aprobado cuatro proyectos piloto de IC para la mitigación de gases de invernadero, dos en el sector forestal y dos en el sector energético:

- a) Proyecto *Scolec Té* de captura agroforestal de carbono atmosférico en las zonas Tzotzil y Tzeltal de Chiapas, con la participación de la Unión de Crédito Ejidal *Pajal ya Kak'Tik*, El Colegio de la Frontera Sur, la Universidad de Edimburgo, la *International Carbon Sequestration Federation/FIA*, la Agencia Internacional de Energía y la empresa Ecoenergy International Corporation. El proyecto incluye 169 hectáreas con un potencial de 46 a 194 toneladas de carbono por hectárea por un periodo de 20 años, y una inversión de US \$ 130,000 por año.

- b) Proyecto de captura de carbono a través del cultivo industrial de salicornia (*salicornia bigelovii*), en Bahía de Kino, Sonora, con la participación de las empresas Génesis S.A. de C.V., Ecoenergy International Corporation y Halophytes Enterprises Inc. El potencial de captura es 8.5 millones de toneladas de carbono durante 10 años en 50,000 hectáreas plantadas.

- c) Proyecto de generación eoloeléctrica en La Ventosa, Oaxaca, con un potencial de 12 MW en 10 años.

- d) Proyecto de energía híbrida solar/eólica en minirejillas.

Otros proyectos que en el presente están en la fase experimental o en espera de inversionistas son el proyecto de silvicultura comunal en el norte de Oaxaca; el proyecto de reforestación de la Reserva de la Biósfera de Sierra Gorda, Querétaro; el proyecto de Bosque Modelo en Chihuahua patrocinado por el gobierno de Canadá; el proyecto de silvicultura tropical comercial sustentable de Campeche.

4. El impacto de las medidas de mitigación sobre la economía nacional

La adopción de medidas de mitigación que reduzcan el crecimiento de las emisiones de GI puede tener efectos tanto positivos como negativos sobre la capacidad productiva de la economía nacional. Ante la rigidez de la postura de algunos países como los que integran el Grupo de los 77, los que perciben una amenaza potencial a sus perspectivas de desarrollo en todo compromiso que implique reducir el ritmo de crecimiento de sus emisiones, resulta conveniente evaluar con mayor precisión los posibles efectos de tales medidas bajo diversos escenarios de planeación. Tanto la Academia de Ciencias de los Estados Unidos como el equipo de trabajo 2 del PICC han llevado a cabo análisis detallados de los posibles impactos de estas opciones, concluyendo que gran parte de las reducciones podrían llevarse a cabo sin afectar el nivel de producción e ingreso tanto de los países más industrializados como de las economías en desarrollo, siempre que se adopten alternativas costo-efectivas de mitigación (*no-regret options*) como las descritas en la sección anterior.

El World Resources Institute ha realizado una serie de evaluaciones sobre el impacto de las medidas de mitigación, mediante la aplicación de diversos modelos econométricos, en diversas situaciones hipotéticas, proyectando escenarios tanto pesimistas como optimistas (Repetto y Austin, 1997). Dichas evaluaciones demuestran que el impacto de la aplicación de tales medidas dependería de una compleja concatenación de factores y que los resultados no pueden determinarse *a priori*:

- a) la eficiencia con la que operen los mercados energéticos y el sistema financiero;
- b) la adecuada aplicación de instrumentos económicos (fiscales, financieros, o comerciales) para eficientar la generación y consumo de energía fomentando el desarrollo de fuentes alternas, es decir la disponibilidad de innovaciones tecnológicas costo-efectivas;
- c) las posibilidades de sustitución entre fuentes energéticas y productos con distinta intensidad energética;
- d) la realización de iniciativas exitosas de Instrumentación Conjunta;
- e) los plazos y rutas que se adopten para reducir los niveles de emisiones;
- f) la generación de beneficios adicionales de mitigación de contaminantes locales, es decir, la disminución de los costos que genera la contaminación local, por ejemplo en salud;
- g) la prevención efectiva de los daños esperados como consecuencia del cambio climático.

En síntesis estos estudios concluyen que el impacto económico de la estabilización de las emisiones no es *a priori* positivo ni negativo, sino que dependerá de la forma en que se lleven a cabo las medidas tendientes a lograrla. En el escenario optimista, las medidas de

mitigación contribuyen a eficientar el funcionamiento de la planta productiva, generando ahorros y un crecimiento del ingreso nacional. En el escenario opuesto, el costo de las medidas de mitigación rebasa los beneficios generados (Aresti *et al*, 1997).

A fin de evaluar los posibles efectos que tendría sobre el producto nacional la aplicación de medidas de mitigación basadas en el ahorro de energía, resulta de utilidad tener presente cuáles son los sectores industriales con mayor intensidad energética, medida en miles de jules por valor de producción (KJ/pesos); estos son (estimación para 1993), en orden decreciente: cemento (5000), azúcar (4,500), siderurgia y metalurgia (1,500), vidrio (1,250), fertilizantes (900), papel y celulosa (400), y otras (400) (Quintanilla y Bauer, 1994).

Actualmente, la Unidad de Análisis Económico y Social de la SEMARNAP lleva a cabo la evaluación de los impactos económicos de las medidas de mitigación disponibles en el contexto nacional, mediante la aplicación de varios modelos econométricos de equilibrio general (Hugo Contreras, comunicación personal).

5. Consecuencias para México de la evolución del régimen internacional de cambio climático: los escenarios posibles

Las secciones precedentes de este capítulo tuvieron por objeto definir la posición particular que ocupa México ante el desafío que plantea el fenómeno de cambio climático. En primer término, se trata de un país expuesto a sufrir impactos territoriales adversos particularmente severos en la eventualidad de que los cambios en el sistema climático se verifiquen de acuerdo a las predicciones científicas y modelos disponibles. Por otra parte, el país contribuye a la generación del fenómeno en forma marginal, pero creciente, ocupando el décimo cuarto lugar por volumen de emisiones energéticas de GI. Por último, el país cuenta con un potencial significativo de mitigación y reducción de emisiones, representado por alternativas tecnológicas eficientes en materia de producción y uso de energía y por opciones de manejo que frenen la eliminación de las masas forestales.

Lo sobresaliente de estas alternativas es que son compatibles con los objetivos de desarrollo planteados en las políticas públicas relevantes: abatir el costo de la generación de energía, reducir la emisión de contaminantes locales y revertir los adversos impactos sociales y ambientales de la deforestación; es decir, se trata de opciones de mitigación de bajo costo, o *no-regrets*, utilizando la jerga anglosajona. De hecho, la realización plena del potencial de mitigación podría depender del desarrollo oportuno de un sistema internacional de incentivos apoyados en el mecanismo de Instrumentación Conjunta. Por otra parte, como en el caso del Protocolo de Montréal, el régimen internacional podría también incluir fuertes desincentivos a la emisiones de GI en la forma de, por ejemplo, sanciones comerciales.

En un horizonte de largo plazo, el objetivo fundamental del país como actor en el desarrollo del régimen internacional de cambio climático deberá ser el de evitar que ocurran los efectos más severos del fenómeno. Aunque ese es el objetivo de la Convención, como se discutió en el capítulo anterior, muchos de los actores relevantes anteponen otros objetivos de plazo quizá más perentorio: salvaguardar su derecho a incrementar las emisiones de GI si de ello dependen sus perspectivas de desarrollo u otro tipo de necesidades. Es decir, para algunos de los actores relevantes, el objetivo de evitar una interferencia peligrosa con el sistema climático es, o bien menos urgente o incluso menos importante que otros objetivos bajo cualquier horizonte temporal. Sin embargo, los plazos en que se adopten las medidas contempladas dentro del régimen serán cruciales. Las negociaciones sobre el contenido del régimen son, fundamentalmente, negociaciones sobre la distribución relativa de los costos implícitos en las medidas de mitigación.

Entre los escenarios posibles en la evolución de las negociaciones cabe destacar las siguientes:

- a) Un régimen eficaz en la prevención del fenómeno. Este resultado requeriría la aceptación, por parte de los principales emisores *tanto históricos como emergentes*, de compromisos y obligaciones vinculantes que contemplaran reducciones substanciales en sus niveles de emisiones. Los principales emisores emergentes sólo aceptarán este tipo de compromisos si perciben que los costos relativos son equitativos, es decir, si los principales emisores históricos (actuales), asumen reducciones drásticas. Cabe también la posibilidad de que diversos estados o coaliciones promuevan la imposición de sanciones económicas a aquellos actores renuentes a cooperar que resulten más

vulnerables. Aunque este escenario es el menos probable, en el largo plazo sería el más conveniente para México; implicaría sin embargo la necesidad de aceptar mayores compromisos en el corto plazo.

- b) **Un régimen ineficaz en la prevención del fenómeno.** Ello sería el resultado tanto de la articulación de los múltiples actores catalogados como “escépticos”, ya sea en la OPEP o en el Congreso de Estados Unidos, así como la mayoría de las transnacionales petroleras, como del fracaso de las negociaciones entre los principales emisores, históricos y emergentes, en la definición de responsabilidades equitativas ante el problema. Aunque en el corto plazo este sería un escenario sin riesgos para México, los costos implícitos en la manifestación plena del fenómeno en el largo plazo, probablemente excederían los costos que enfrentaría la mayoría de los países. No obstante, ante la creciente evidencia científica, puede esperarse que la mayoría de los actores hagan un esfuerzo por evitar un resultado tan lamentable.

- c) **Un régimen laxo en el inicio, sin obligaciones vinculantes (sin metas calendarizadas de reducción de emisiones), pero legítimo para la mayoría de los actores y lo suficientemente flexible para permitir una evolución gradual hacia la instrumentación de medidas voluntarias de mitigación cada vez mayores.** Este es quizá el escenario viable más optimista y también el más pragmático. México tendría tiempo de preparar una agenda adecuada de proyectos de mitigación y de capitalizar el potencial de captura forestal de carbono mediante el desarrollo de iniciativas de IC.

En cualquiera de estos escenarios será crucial definir el sistema internacional de incentivos y sanciones que estimulará la adopción de medidas específicas por parte de cada estado. El desarrollo de un mercado de “créditos” de emisiones y de un número importante de iniciativas de IC, dependerá del nivel de regulaciones adoptado en Kyoto, y cuyos detalles serán negociados en Buenos Aires en noviembre de 1998.

México ha manifestado su interés en contribuir a la realización del objetivo de la Convención, la que ratificó en 1993, y en desarrollar medidas de mitigación dentro de un Plan Nacional de Acción; además ha expresado su apoyo al concepto de Instrumentación Conjunta (IC), por constituir una oportunidad para promover inversiones en el sector forestal (que podrían tener un impacto social positivo), y para financiar el desarrollo de tecnologías energéticas renovables. Actualmente el país no está obligado a estabilizar sus emisiones de GI a los niveles de 1990, compromiso que, como se discutió en el capítulo anterior, pocos países del Anexo I lograrán cumplir para el año 2000.

Para que la IC funcione es necesario establecer una estrategia que permita la venta de cada tonelada de carbono capturada por los ecosistemas forestales de México, como lo ha hecho Costa Rica, asumiendo que la política forestal tiene éxito y se logra poner fin a la conversión de áreas forestales. Para lograr dicho objetivo, alternativas de manejo forestal intensivo y sustentable, incluyendo los 8 millones de hectáreas con potencial para plantaciones comerciales así como los 22 millones de hectáreas de bosques naturales susceptibles de aprovechamiento, podrían capturar de manera continua volúmenes substanciales de carbono atmosférico. Este objetivo requerirá la negociación de un Protocolo con metas y obligaciones vinculantes para las partes, así como un sistema

internacional de acreditación. Si bien a la fecha no existe un sistema internacional de acreditación de captura forestal de carbono atmosférico (ni de reducción de emisiones en todo caso), existen importantes avances en este sentido y está teniendo lugar el desarrollo de un mercado de servicios de acreditación tanto por parte de empresas privadas como de instituciones académicas. Los proyectos de captura agroforestal de carbono atmosférico en Chiapas, por ejemplo, han sido acreditados por los gobiernos de México y Estados Unidos (INE y USIJI), bajo una metodología diseñada por la Universidad de Edimburgo y El Colegio de la Frontera Sur.

México no ha asumido hasta ahora compromisos adicionales a los contemplados en la Convención. Sin embargo, los Estados Unidos y la Comunidad Europea han hecho público su interés en que los países en desarrollo *avanzados*, tales como México y Corea, asuman mayores compromisos frente al desafío del cambio climático.

Como hemos señalado en un trabajo reciente, previo a la Conferencia de Kyoto:

Si los países del Anexo I adoptan compromisos vinculantes, la competitividad de los productos mexicanos en los mercados externos podría verse afectada. Con base en el principio de una competencia justa, se ha propuesto la aplicación de cuotas compensatorias aplicables a productos cuyos procesos productivos sean ineficientes desde el punto de vista energético. No se puede excluir, por otra parte, la posible imposición de barreras no arancelarias a la exportación de bienes cuya producción sea considerada poco eficiente desde el punto de vista de la intensidad energética y el nivel de emisiones que conlleva. México podría integrar sus sectores forestal y energético, articulando oportunamente una estrategia para convertirse en depositario de flujos substanciales de inversión extranjera (Aresti *et al*, 1997).

Estas condiciones sugieren que México debería apoyar, junto con otros países expuestos a sufrir impactos territoriales severos, la adopción de un acuerdo con obligaciones vinculantes que contemple reducciones substanciales por parte de los principales emisores de GI, en el menor plazo posible. La probable evolución del régimen internacional, en combinación con los impactos pronosticados del cambio climático sobre el territorio nacional, constituyen un fundamento insoslayable para que el país promueva vigorosamente el desarrollo de regulaciones y medidas de mitigación, tanto internas como internacionales. Sin embargo, esta postura obligará al país a ofrecer algo a cambio, en particular a partir de su ingreso a la OCDE: resultará incoherente adoptar una estrategia de industrialización que no asuma los compromisos implícitos en el desarrollo industrial en una economía global cada vez más interdependiente.

6. La definición del interés nacional en materia de cambio climático

La participación que ha tenido México en la evolución del régimen de cambio climático implica una noción estática del interés nacional, que consiste en la simple evasión de los costos que implicaría reducir o limitar el crecimiento de las emisiones de GI. Esta noción asume que cualquier compromiso que implique reducir el crecimiento de dichas emisiones comprometería las perspectivas de desarrollo industrial del país. Los datos expuestos en este capítulo demuestran que esta noción no es necesariamente cierta. La propuesta aquí

sustentada plantea trascender dicha noción estática del interés nacional enfatizando tanto las restricciones que dicha postura enfrentará en un escenario internacional más exigente, como las oportunidades que conllevaría adoptar una postura proactiva en la definición del régimen de cambio climático, en un horizonte de largo plazo. En tal plazo temporal, el objetivo central del país sería el de reducir al máximo el riesgo de sufrir los impactos territoriales adversos previstos en las estimaciones disponibles.

Reducir los riesgos que representa el fenómeno requiere reducir el volumen global de emisiones de GI de manera substancial. Dicha reducción implicará costos considerables que deberán ser asumidos por los principales emisores tanto históricos como emergentes. Por supuesto, un objetivo legítimo del país sería evadir dichos costos en la medida de lo posible. Como se discutió a lo largo de este capítulo, existen alternativas de mitigación de emisiones que pueden resultar benéficas en sí mismas, independientemente de que contribuyan a reducir el volumen de emisiones de GI. Tales medidas son esencialmente la eficientización de la generación y el consumo de energía, la reducción del subsidio a su suministro y el freno a la deforestación. Ejemplos puntuales son el proyecto Ilumex y la política de sustitución de combustibles. En términos más generales, México debería adoptar un programa de reducción de emisiones de GI recurriendo a este tipo de medidas y a proyectos de Instrumentación Conjunta como los que han tenido éxito a la fecha. En esencia de lo que se trata no es de aceptar una carga onerosa que limite el crecimiento de la oferta energética, comprometa las perspectivas de desarrollo y frene la expansión de la planta industrial. Se trata en cambio de *articular un paquete de medidas costo-efectivas de mitigación y captura de emisiones, compatible con los planes de desarrollo del país y que permita aprovechar al máximo la coyuntura creada por la evolución del régimen*

internacional de cambio climático, en términos de flujos de inversión y transferencia tecnológica, así como de los riesgos implícitos en posibles sanciones comerciales y en la pérdida de competitividad ante plantas productivas más eficientes. Se trata además de adoptar una postura que permita defender los intereses nacionales en un horizonte de largo plazo, exigiendo que los principales causantes del fenómeno asuman los costos necesarios para prevenir su desencadenamiento pleno.

Postponer la adopción de medidas que resultan benéficas en sí mismas sería no solamente absurdo, sino suicida si se toma en cuenta que para México, mientras más real se vuelve el riesgo de un cambio climático global, peores son las perspectivas. A este respecto resulta importante mencionar los recientes eventos meteorológicos extremos como la sequía registrada en 1996 y la Oscilación Meridional El Niño de 1997, más la mayor frecuencia de huracanes, tormentas y heladas, ya que en opinión de muchos expertos estos eventos constituyen evidencia de la verificación del fenómeno a escala global.

Ahora bien, en el plazo más cercano, la adopción de tales medidas debería ser utilizada como instrumento de negociación a fin de lograr que los mayores emisores asuman los costos que les corresponden, habida cuenta de que en aislamiento, México cuenta con poca latitud de acción para reducir las posibilidades de que el fenómeno se verifique. Dicho en otras palabras, la mejor alternativa posible sería asumir plenamente la responsabilidad que le corresponde al país ante la generación del fenómeno, a fin de que los demás actores hagan lo propio. A lo largo de las negociaciones internacionales en materia de cambio climático, un importante obstáculo ha sido el “posicionamiento estratégico” de múltiples actores que se han negado por principio a discutir, por ejemplo, la adopción de límites a las

emisiones. Como se discute a continuación, ése ha sido el caso no solamente de las negociaciones internacionales sino que puede ocurrir también entre los actores nacionales relevantes.

7. La concertación de una política nacional de cambio climático entre los actores relevantes

La transformación de la planta productiva nacional hacia una mayor eficiencia energética y hacia el uso de tecnologías limpias podría resultar inviable tanto por falta de recursos financieros y acceso a alternativas tecnológicas como por la mera ausencia de un consenso político en torno a su necesidad. A este respecto deberán analizarse en el futuro las opciones disponibles para los diversos actores relevantes en la concertación de una política nacional de cambio climático: las empresas del sector energético, las ramas industriales de mayor intensidad energética, las demás ramas industriales, las autoridades ambientales, energéticas e industriales, entre otros.

El éxito de una política de cambio climático orientada a reducir el volumen nacional de emisiones deberá concertarse con los sectores con la capacidad de instrumentar los cambios tecnológicos, administrativos y productivos necesarios para cumplir con dichos objetivos. La consulta convocada por las autoridades ambientales con el sector empresarial y con otras áreas gubernamentales entre marzo y agosto de 1997, tuvo por objeto informar la

formulación de dicha política acerca de los instrumentos (regulatorios, fiscales, de mercado) más adecuados para responder ante el desafío del fenómeno. A este respecto, resulta interesante mencionar algunas de las reacciones más representativas entre los diversos sectores.

Por el lado empresarial, participaron en la consulta las siguientes organizaciones: Consejo Coordinador Empresarial, Asociación Nacional de la Industria Química, CONCAMIN, CANACINTRA, CANACO, COPARMEX, CONIECO, Asociación Nacional de Compañías de Seguros, el sector financiero, la industria automotriz, la Cámara Nacional de la Celulosa y el Papel, PEMEX Corporativo, entre otros. Por el lado gubernamental, participaron las Secretarías de Medio Ambiente, Energía, Relaciones Internacionales, Comercio y Fomento Industrial. La consulta con el sector empresarial consistió en una serie de reuniones de información y análisis sobre el tema, dirigidas por un equipo de consultores académicos¹³ apoyados por representantes del CCE y donde representantes gubernamentales respondieron a las dudas planteadas por los empresarios acerca de los acuerdos internacionales en la materia y las regulaciones que pudieran adoptarse en México (las reuniones con la iniciativa privada tuvieron lugar en el Club de Industriales, en la sede del CCE, en las instalaciones de CANACINTRA y en la sede de la Asociación Nacional de Instituciones de Seguros, los días 22 de marzo, 14 de abril, 14 y 16 de mayo y 15 de junio, respectivamente).

La falta de consenso interno en torno al contenido de la política de cambio climático dentro de la propia Secretaría de Medio Ambiente constituyó un obstáculo importante para el éxito

de la consulta. No obstante, pudieron sondearse algunas de las posturas más representativas entre los empresarios sobre el tema. Estas oscilaron desde el escepticismo más extremo por parte de, por ejemplo, la Cámara Mexicana de la Celulosa y el Papel, que atribuyó el fenómeno a ciclos geológicos naturales, hasta posturas más participativas por parte de los representantes de CONCAMIN, ANIQ y CANACINTRA. La tendencia general fue la de minimizar al máximo el riesgo de que el país asumiera compromisos internacionales que limitaran el crecimiento de la planta industrial u obligaran a las empresas a asumir costos onerosos de reconversión tecnológica. Hubo un rechazo unánime a la adopción de medidas regulatorias “unilaterales” por parte del gobierno. Curiosamente, el sector empresarial mostró más confianza ante los planteamientos de las autoridades ambientales que ante los de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.

Por el lado del gobierno cabe destacar la divergencia de opiniones dentro de la propia Secretaría de Medio Ambiente y por supuesto entre ésta y los representantes de las Secretarías de Energía y Relaciones Exteriores. Las posturas expresadas oscilaron desde el más extremo escepticismo acerca de la relevancia del fenómeno, hasta el temor de que el régimen internacional representara una amenaza para los intereses nacionales, definidos por ejemplo, desde la perspectiva de la Secretaría de Energía (las reuniones tuvieron lugar a lo largo del año bajo el rubro de Comité Ad Hoc de Cambio Climático, en las instalaciones del INE).

Como resultado de la consulta se produjo un cierto aprendizaje por parte de la mayoría de los participantes, acerca de la diversidad de posturas e intereses involucrados. Los sesgos

¹³ El autor de la presente tesis participó en el equipo de consultores responsables de este proceso.

profesionales fueron también relevantes, dado que en un inicio el diálogo entre por ejemplo, físicos atmosféricos (del Instituto Nacional de Ecología y del Centro de Ciencias de la Atmósfera de la UNAM) y economistas (de la Unidad de Análisis Económico y Social de la Secretaría de Medio Ambiente) por un lado y funcionarios con un perfil de ingeniería (de la Secretaría de Energía) y administración pública (de la SRE) por otro, fue sumamente difícil. No obstante, al final de la consulta pareció producirse un cierto nivel de consenso en torno a la relevancia de formular una política eficaz y consensada para atender la problemática del cambio climático y la limitación de emisiones, así como en torno a la eficacia de los instrumentos fiscales y de mercado de regulación ambiental.

Una preocupación generalizada dentro del sector empresarial que debe resaltarse es la de que los acuerdos internacionales que se suscriban en materia de cambio climático limiten o comprometan las perspectivas de crecimiento de la planta industrial. El presidente del Comité de Ecología de CONCAMIN llegó incluso a criticar el que el cumplimiento de los compromisos consagrados en la Convención haya sido financiado con recursos externos, como prescribe el acuerdo. La otra preocupación central fue la de la posible aplicación de sanciones comerciales como instrumento de presión o incluso como medidas de *enforcement* por parte de los Estados Unidos y la Unión Europea.

La consulta dentro del sector público, por otra parte, evidenció la falta de un marco institucional adecuado para la planeación de políticas públicas de largo plazo en temas que, como el cambio climático y la reducción de emisiones, involucran de manera directa a tantas áreas de la administración pública. Los intereses inmediatos de cada área administrativa impidieron con frecuencia definir una imagen global del tema. Por ejemplo,

la Secretaría de Energía defendió con denuedo la necesidad de incrementar de manera sostenida el suministro y consumo energético y por lo tanto el volumen de emisiones en el futuro; sólo después de varias reuniones sus funcionarios reconocieron que los propios programas de la Secretaría ofrecían un margen substancial de reducción de emisiones mediante la política de sustitución de combustibles y mediante el programa de ahorro de energía. Los representantes de la SRE tardaron en reconocer que *la definición* del interés nacional en materia de cambio climático excedía sus atribuciones. Dentro de la propia Secretaría de Medio Ambiente se suscitó un conflicto de atribuciones entre la Unidad de Convenios y Acuerdos Internacionales del INE, de la cual depende la Dirección de Cambio Climático, y su contraparte en la propia Secretaría. Por su parte, la Unidad de Análisis Económico y Social insistió en la necesidad de llevar a cabo minuciosos análisis econométricos (mediante la aplicación de modelos de equilibrio general) para determinar los posibles impactos de eventuales medidas de mitigación sobre la economía nacional.

Resulta claro que la diversidad de intereses y opiniones entre los diversos actores con la capacidad de incidir sobre la política de cambio climático debe ser tomada en cuenta a fin de que esta pueda ser instrumentada de manera eficaz. A fin de contribuir al debate interdisciplinario sobre el tema, el Programa de Medio Ambiente de El Colegio de México y el Instituto Tecnológico Autónomo de México, organizaron un Taller de Expertos que tuvo lugar el 6 de octubre de 1997¹⁴. En dicho evento participaron además investigadores del Centro de Ciencias de la Atmósfera, del Instituto de Ingeniería de la UNAM, así como de otras instituciones académicas.

¹⁴ El autor de la presente tesis fue uno de los organizadores de dicho evento, en colaboración con Olga Ojeda por el ITAM, y Boris Greizbord por El Colegio de México.

IV. CONCLUSIONES: EL INTERÉS NACIONAL EN MATERIA DE CAMBIO CLIMÁTICO; HACIA LA DEFINICIÓN DE UNA POSTURA DE NEGOCIACIÓN

Los capítulos precedentes sirvieron para establecer la posición particular de México ante el fenómeno del cambio climático global y para documentar las opciones disponibles para el país en el contexto de las negociaciones del régimen internacional en la materia.

Como se discutió, el consenso emergente entre los principales actores en el desarrollo del régimen (incluyendo, además de los gobiernos, a algunas prominentes trasnacionales petroleras, compañías de seguros, empresas de tecnologías energéticas alternas y ONGs ambientalistas) parece apuntar en el sentido de reconocer la validez del consenso científico en torno a la causalidad del fenómeno, dar inicio a la brevedad a la instrumentación de medidas de mitigación efectivas y garantizar que las mismas resulten costo-efectivas y políticamente viables en un horizonte de largo plazo. La identificación de oportunidades costo-efectivas de mitigación (denominadas en la jerga anglosajona de economía ambiental como medidas *win/win* o *no regrets*) por parte de los mayores emisores puede contribuir a superar la confrontación original entre “alarmistas” (la comunidad científica, las ONGs y algunos gobiernos) y “escépticos” (la OPEP, el Congreso estadounidense, las trasnacionales

régimen parece no ser más si deberán reducirse las emisiones de gases de invernadero, sino cómo lograrlo de la manera menos costosa, más justa y más eficiente.

Las emisiones de gases de invernadero de México continuarán incrementándose en el futuro cercano debido a la creciente demanda y consumo de energía. Esta será el resultado del crecimiento demográfico, la continua urbanización de una población rural con altas tasas de natalidad, la expansión industrial y la disponibilidad de hidrocarburos como la fuente más abundante y económica de energía.

En la eventualidad de que el cambio climático ocurra de acuerdo a las predicciones científicas y a los modelos climáticos disponibles, México sufrirá impactos territoriales adversos mayores al promedio mundial. Esto quiere decir que el país estará expuesto, al igual que los países más vulnerables ante el fenómeno, a sufrir externalidades negativas de las actividades productivas llevadas a cabo por otros países.

La vulnerabilidad territorial de México ante el cambio climático constituye, bajo una perspectiva de largo plazo, la principal razón por la cual el país debería promover el desarrollo de un régimen internacional de mitigación, eficaz en la prevención de los efectos más severos del fenómeno. Dicho régimen requeriría la aceptación de obligaciones vinculantes de reducción de emisiones por parte de los principales emisores *históricos* de gases de invernadero, en especial los socios comerciales del país en América del Norte, además de la Unión Europea, Rusia y Japón. En un horizonte de largo plazo el peor escenario para México sería la ineficacia del régimen internacional para prevenir los efectos del cambio climático.

El nivel nacional de emisiones per cápita se ubica en un nivel medio-bajo (0.9 tonsC/año) en comparación con las de los países del Anexo I de la Convención (OECD y economías en transición). Sin embargo las emisiones absolutas continuarán siendo mayores al promedio de las emisiones de los países en vías de desarrollo, con el 1.8% del total mundial por generación de energía en 1994. Este porcentaje representa el décimo cuarto lugar a nivel mundial, posición demasiado prominente como para argumentar que el país sufriría los efectos de un problema a cuya generación no ha contribuido.

Resulta claro, por otra parte, que algunos de los principales emisores de gases de invernadero en el futuro cercano serán países en desarrollo, principalmente China e India (los más populosos), al igual que el conjunto de países de industrialización reciente, cuyas emisiones agregadas llegarán a superar, en las próximas décadas, a las de los países del Anexo I de la Convención. Por ello, la eficacia del régimen internacional de cambio climático dependerá en forma crítica de la aceptación de mayores compromisos por parte de los principales emisores *emergentes*.

Por otro lado, México deberá hacer frente en el corto plazo a presiones tanto de índole diplomática como probablemente comercial, para que apoye y acepte el establecimiento de mayores compromisos en materia de reducción de emisiones para los países de reciente industrialización e ingreso medio. En dicho escenario, resultará crucial adoptar las medidas de mitigación de gases de invernadero que resulten más costo-efectivas y por ello, más atractivas para los actores nacionales responsables de su puesta en práctica. Las opciones de mitigación de menor costo (algunas de las cuales podrían incluso representar beneficios económicos para el país) son, como se describió en el capítulo anterior: a) la eficiencia

energética y b) un manejo forestal que ponga fin a la conversión de las áreas forestales a otros usos.

Las diferencias en los costos relativos que representan las medidas de mitigación en distintos países, constituyen el fundamento del mecanismo de Instrumentación Conjunta. Como se discutió, en el caso de México, la eficientización de la generación y el consumo de energía, junto con la conservación de las masas forestales, representa un potencial significativo de reducción y captura de carbono atmosférico. Este potencial es particularmente relevante en el contexto de las crecientes emisiones por producción y consumo de energía en los tres países de América del Norte. Esto se debe a que existe poco margen de mitigación en Estados Unidos y Canadá, tanto en el rubro de la eficiencia energética como en la conservación forestal. Ambos países cuentan con sistemas energéticos más eficientes y con niveles de consumo mucho mayores a los de México. Además, sus “sumideros” de carbono tienen un potencial de captura limitado y no están expuestos a un proceso de deforestación. Durante un cierto horizonte temporal (el tiempo que tome frenar la deforestación y reforestar todas las áreas susceptibles de recuperación forestal), el sector forestal de México representa un potencial substancial de mitigación de emisiones, que pudiera compensar el crecimiento de las emisiones energéticas, no sólo del país sino de la región. En esencia, México podría aprovechar dicho potencial mediante el mecanismo de Instrumentación Conjunta, “vendiendo” el servicio global de captura de carbono a países con mayores costos domésticos de mitigación. Los recursos obtenidos bajo este mecanismo podrían contribuir, precisamente, a frenar la deforestación, al generar un valor de mercado para la conservación de las masas forestales, así como para la inversión en tecnologías energéticas eficientes. Las experiencias piloto de Instrumentación

Conjunta podrían generalizarse a partir de los avances en la regulación internacional de las emisiones de gases de invernadero.

México debería adoptar un programa de reducción de emisiones de GI recurriendo a este tipo de medidas y a proyectos de Instrumentación Conjunta como los que han tenido éxito a la fecha. En esencia de lo que se trata no es de aceptar una carga onerosa que limite el crecimiento de la oferta energética, comprometa las perspectivas de desarrollo y frene la expansión de la planta industrial. Se trata en cambio de *articular un paquete de medidas costo-efectivas de mitigación y captura de emisiones, compatible con los planes de desarrollo del país y que permita aprovechar al máximo la coyuntura creada por la evolución del régimen internacional de cambio climático*, en términos de flujos de inversión y transferencia tecnológica, así como de los riesgos implícitos en posibles sanciones comerciales y en la pérdida de competitividad ante plantas productivas más eficientes. Se trata además de adoptar una postura que permita defender los intereses nacionales en un horizonte de largo plazo, exigiendo que los principales causantes del fenómeno asuman los costos necesarios para prevenir su desencadenamiento pleno.

En la medida en que México ponga en práctica las medidas de mitigación de bajo costo que resultan viables en el escenario nacional, contará con una mayor latitud de negociación en el ámbito internacional. Esta capacidad de negociación será crucial, en primer término, para enfrentar posibles presiones de sus socios comerciales; en segundo lugar, para contribuir al desarrollo oportuno de un régimen internacional eficaz en la prevención de los efectos más severos del cambio climático sobre el territorio nacional.

La eficacia del régimen internacional de cambio climático requerirá la adopción de compromisos vinculantes de reducción de emisiones por parte de los principales emisores históricos, es decir, los países más industrializados incluidos en el Anexo I de la Convención. Sin embargo será necesaria la adopción de medidas de mitigación *también* por parte de los principales emisores emergentes en los escenarios futuros. Estos últimos países no han suscrito ningún compromiso de reducción o estabilización de emisiones hasta la Tercera Sesión de la Conferencia de las Partes en Kyoto. Más aún, los países industrializados llegaron a un consenso en torno a fechas y volúmenes de reducción y estabilización de emisiones sólo al final de la Conferencia ante el riesgo real de un colapso de las negociaciones. Esta falta de consenso en torno a las obligaciones de los países en desarrollo representa un horizonte temporal suficiente para que México ponga en práctica medidas voluntarias de mitigación antes de que se logre un acuerdo con fechas y objetivos específicos para estos países. Sin embargo, de prolongarse esta situación por tiempo indefinido, será cada vez más difícil lograr la estabilización del sistema climático. En dicho escenario, México sufrirá mayores daños que la mayoría de los países.

En síntesis, México debe propugnar el desarrollo de un régimen internacional eficaz de prevención ante los posibles efectos del cambio climático, a fin de evitar los impactos más severos de dicho fenómeno sobre el territorio nacional en un horizonte de largo plazo. La vulnerabilidad del país ante el problema constituye el fundamento de una posición de negociación que favorezca la adopción, por parte de la comunidad internacional, de un régimen drástico con compromisos y obligaciones vinculantes para las partes en materia de mitigación y reducción de emisiones. En el corto plazo, un régimen con tales características puede no representar un obstáculo para el desarrollo del país, en la medida en que se

aprovechen las opciones disponibles de mitigación que conllevan un bajo costo o que resultan benéficas en sí mismas.

El mecanismo de Instrumentación Conjunta podría generar flujos financieros significativos si, como parece estar ocurriendo, tiene lugar el desarrollo de un mercado internacional de “créditos de carbono”, siempre que el país logre integrar una cartera adecuada de proyectos que, al generar un valor de mercado para el “servicio” global de captura de carbono atmosférico, contribuyan a frenar la deforestación. El logro de este objetivo generaría además múltiples beneficios tanto ambientales como sociales, al crear alternativas de empleo en el sector rural y al garantizar el mantenimiento de las funciones ambientales de los ecosistemas forestales que tienen un impacto local.

El desarrollo de alternativas tecnológicas energéticas, como el potencial de generación eólica y la cogeneración puede también representar importantes beneficios económicos y ambientales en el futuro, y constituir incluso una ventaja competitiva en un escenario de regulaciones internacionales drásticas en materia de emisiones. Cabe resaltar que en el largo plazo, la prevención del cambio climático requerirá una transición hacia un sistema energético mundial basado en fuentes renovables.

Para que el régimen internacional de cambio climático sea políticamente viable, será indispensable que los compromisos adoptados reflejen la responsabilidad relativa de cada una de las partes en la generación del problema. Esto implica que si bien los países más industrializados deberán asumir en el corto plazo los mayores costos de las medidas de mitigación, los países en vías de desarrollo, en particular los de reciente industrialización y

los grandes emisores emergentes, deberán aceptar mayores obligaciones en relación a sus propias emisiones.

Estas condiciones sugieren que México debería apoyar, junto con otros países expuestos a sufrir impactos territoriales adversos, la adopción de un acuerdo con obligaciones vinculantes que contemple reducciones substanciales por parte de los principales emisores de GI, en el menor plazo posible. La probable evolución del régimen internacional, en combinación con los impactos pronosticados del cambio climático sobre el territorio nacional, constituyen un fundamento insoslayable para que el país promueva vigorosamente el desarrollo de regulaciones y medidas de mitigación, tanto internas como internacionales. Sin embargo, esta postura obligará al país a ofrecer algo a cambio, en particular a partir de su ingreso a la OCDE: resultará incoherente adoptar una estrategia de industrialización que no asuma los compromisos implícitos en el desarrollo industrial en una economía global cada vez más interdependiente.

Referencias

Aresti, F. (1997): "Mexico's GHG mitigation potential; the role of AIJs in enhancing climate change abatement options" ponencia presentada en la Conferencia Internacional *Technologies for Activities Implemented Jointly*, organizada por la Agencia Internacional de Energía, Greenhouse Gas R&D Programme (Vancouver, 26 al 29 de junio de 1997); (próxima publicación de la IEA).

_____, Olga Ojeda y Ramón Pérez-Gil (1997): *México ante el desafío del cambio climático; documento de información*. Taller de Expertos COLMEX-ITAM; otoño de 1997; (mimeo).

Barrett, Scott (1992): *Convention on climate change; economic aspects of negotiations*; OECD, París.

Bodansky, Daniel (1994): "The United Nations Framework Convention on Climate Change: a commentary" en: Phillip Sands ed.: *Greening International Law*; The New Press, Nueva York.

Danny Harvey, L.D. (1995): "Creating a global warming implementation regime" en: *Global Environmental Change*, vol. 5, No. 5, p. 415-432.

Duff, Christina, (1997): "Accord May Cool U.S. Economy, Experts Warn" en: *The Wall Street Journal*, 11 de diciembre de 1997, p.A2

EIC Consultores SA de CV (1996): *Aspectos institucionales y técnicos en el desarrollo de un programa para la mitigación de gases de invernadero en México* (mimeo). INE (SEMARNAP), Comisión de Cooperación Ambiental, Montréal.

Fankhauser, Samuel (1996): "Climate Change: the Cost of Inaction" en: *Ecodecision*, invierno de 1996, p. 40-44.

Fialka, J., (1997): "Global Warming Treaty is Approved", en: *The Wall Street Journal*, 11 de diciembre de 1997, p.A2

_____, (1997): "Treaty to Have a Varied Impact on Nations, Firms", *The Wall Street Journal*, 11 de diciembre de 1997, p.A2

Flavin, Christopher y Odile Tunalí (1996): *Climate of Hope: New Strategies for Stabilizing the World's Atmosphere*; Worldwatch Paper 130, Worldwatch Institute, Washington D.C.

Flavin, Christopher (1996): "Facing Up to the Risks of Climate Change" en: Lester Brown, ed. *State of the World 1996*, Worldwatch Institute, Washington D.C., p. 21-39.

"Global warming and cooling enthusiasm" en: *The Economist*, 1 de abril de 1995, p. 67-68.

Haites, Erik (1996): "Dealing with uncertainty in Climate Change Policy Decisions" en: *Ecodecision*, invierno de 1996, p. 37-39.

Hayes, Peter y Kirk Smith eds. (1993): *The global greenhouse regime: who pays?*; Earthscan; Londres.

Hecht, Alan D. y Dennis Tirpak (1995): "Framework agreement on climate change: a scientific and policy history" en: *Climatic Change*, 29:371-402.

Hernández Tejeda, Tomás (1994): "Emisiones por el cambio de uso del suelo forestal, quema de pastizales y de residuos de cultivos agrícolas" en:

Hornung, Robert (1996): "Beyond the Berlin Summit: Conditions for Success" en: *Ecodecision*, invierno de 1996, p. 34-36.

Houghton, Richard A. (1990): "The future role of tropical forests in affecting the carbon dioxide concentration of the atmosphere", en: *Ambio*.

IPCC (1990): *Climate Change; the IPCC Scientific Assessment*; editado por J.T Houghton, G.J. Jenkins y J.J. Ephraums); reporte presentado para el Panel Intergubernamental de Cambio Climático por el equipo de trabajo I; Cambridge University Press, Cambridge, R.U.

Kanninen, Markku y Tomi Toumasjukka (1994): "Forests and the global carbon balance" (presentado en el *First Workshop of the Mexico's Country Study*, Cuernavaca, Morelos, abril 18-22, 1994, INE).

Macdonald, Don, Stephen Dobson y Aldyen Donnelly (1997): "The Emerging GHG Offset Credit Market and its Potential to Stimulate JI"; ponencia presentada en la Conferencia Internacional *Technologies for Activities Implemented Jointly*, organizada por la Agencia Internacional de Energía, Greenhouse Gas R&D Programme (Vancouver, 26 al 29 de junio de 1997); (próxima publicación de la IEA).

Masera, Omar (1997): "Estrategias de mitigación de carbono en el sector forestal: evaluación de tres opciones de manejo forestal", presentado en el seminario: "Evaluación de estrategias para enfrentar el cambio climático global", Veracruz, Ver., May 22nd-23rd 1997.

_____ (1995): *Future Greenhouse Emissions and Sequestration Scenarios From Land Use Change in Mexico. Final Report*. UNAM, Centro de Ecología, Morelia.

_____ (1994): "Long-term sequestration scenarios in Mexican forests: methodological issues and preliminary results" (presentado en el *First Workshop of the Mexico's Country Study*, Cuernavaca, Morelos, abril 18-22, 1994, INE).

_____, Gerardo Segura y Mauricio R. Bellón (1994): *Forest management options for sequestering carbon in Mexico*. México, UNAM, Centro de Ecología (mimeo).

Mexico: Instituto Nacional de Ecología (INE) (1997): *Reporte de acción climática: Informe de Mexico ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. US Country Studies Program.

_____ (1995): *Preliminary National Inventory of Greenhouse Gas: Mexico*. UNEP, US Country Studies Program.

Mexico: SEMARNAP, (1997): *Programa de apoyo a plantaciones forestales comerciales (PRODEPLAN)*.

Mexico: SEMARNAP, (1997): *Programa para el desarrollo forestal (PRODEFOR)*.

Mexico: SEMARNAP, (1996): *Programa Forestal y de Suelo 1995-2000*.

Merkel, Angela (1996): "The Berlin Conference: Expectations and Results", en: *Ecodecision*, invierno de 1996, p. 33.

Moss, Richard H. (1995): "Avoiding 'dangerous' interference in the climate system. The roles of values, science and policy" en: *Global Environmental Change*, vol. 5, No. 1, marzo de 1995, p. 3-6.

Naciones Unidas (1992): *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*.

Nordhaus, William D. (1991): "Economic approaches to greenhouse warming", en: Rudiger Dornbusch y James M. Poterba (1991): *Global Warming: economic policy responses*. Cambridge MA y Londres; MIT Press; p. 33-66.

Pearce, David (1991): "Evaluating the socioeconomic impacts of climate change: an introduction", en: OECD (1991): *Climate Change: evaluating socioeconomic impacts*; París.

Parikh, Jyoti K. y J. P. Painuly (1994): "Population, Consumption Patterns and Climate Change: a Socioeconomic Perspective from the South", en: *Ambio*, vol. 23, No. 7, nov. 1994.

Perlack, Robert, Milton Russell y Zhongmin Shen (1993): "Reducing greenhouse gas emissions in China" en: *Global Environmental Change*, marzo de 1993.

Quintanilla y Bauer (1994): *Emissions of the energy chains in the Mexican system*; Programa Universitario de Energía; UNAM; México.

Ramakrishna, Kilaparti y Oran R. Young (1992): "International organisations in a warming world: building a global climate regime"; en: Irving Mintzer (1992): *Confronting Climate Change*; Cambridge University Press; Cambridge, R.U.

"Reading the patterns" en: *The Economist*, 1 de abril de 1996 (sección *Science and Technology*) p. 65-67.

Repetto, Robert y Duncan Austin (1997): *The costs of climate protection: a guide for the perplexed*; World Resources Institute; Washington D.C.

Segura, Gerardo (1996): *The State of Mexico's Forest Resources and Opportunities for Cooperation*. North American Commission for Environmental Cooperation, Montréal.

_____ y Liviu Amariei (1997): "The role of Activities Implemented Jointly in Promoting Sustainable Forests Management in Mexico"; ponencia presentada en la Conferencia Internacional *Technologies for Activities Implemented Jointly*, organizada por la Agencia Internacional de Energía, Greenhouse Gas R&D Programme (Vancouver, 26 al 29 de junio de 1997); (próxima publicación de la IEA).

Siddiqi, Toufiq (1995): "Energy inequities within developing countries" en: *Global Environmental Change*, vol. 5, No. 5, p. 447-454.

Simonian, Haig (1995): "UN Conference on Climate Change: opposing theorists go into battle for the world" en: *Financial Times*, 28 de marzo de 1995, p. 8.

Smil, Vaclav (1995): "China's greenhouse gas emissions" en: *Global Environmental Change*, vol. 4, No. 4, p. 325-332

Solow, Andrew R. (1991): "Is there a global warming problem?"; en: Rudiger Dornbusch y James M. Poterba (1991): *Global Warming: economic policy responses*. Cambridge MA y Londres; MIT Press; p. 7-28.

Stevens, William K. (1997): "Industries revisit global warming" en: *The New York Times*, 5 de agosto de 1997, p. A1 y A6.

Valdez Reyes, Raúl (México, Secretaría de Energía) (1997): "Política energética mexicana", delivered at the Seminar: "Evaluación de estrategias para enfrentar el cambio climático global", Veracruz, Ver. May 22nd-23rd 1997.

World Bank (1995): *Mexico: Resource Conservation and Forest Sector Review*. Report No. 13114-ME.