

El Cotidiano

ISSN: 0186-1840

cotid@correo.azc.uam.mx

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad

Azcapotzalco

México

Butze Aguilar, Walter

El cambio climático: un problema de energía

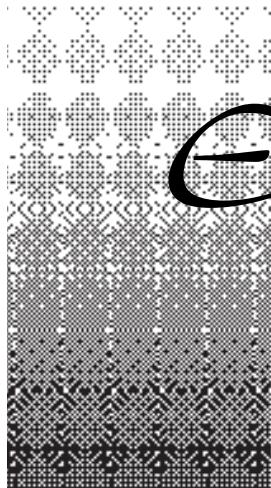
El Cotidiano, vol. 19, núm. 123, enero-febrero, 2004, pp. 66-79

Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=32512307>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



E l cambio climático: un problema de energía

Walter Butze Aguilar*

Los altos niveles de consumo de energía de las sociedades desarrolladas, producto de la irreflexión y de los intereses económicos, han impuesto a la humanidad costos sociales de gran envergadura que pueden afectar a todas las formas de vida en la Tierra. A pesar de lo inciertas que puedan resultar las proyecciones de los escenarios climáticos, los patrones actuales de consumo energético conducen al mundo por un sendero insustentable que vincula la problemática energética con el cambio climático.

Actualmente, la comunidad científica mundial observa con preocupación la presencia de un cambio climático global a través de aquellas alteraciones en los sistemas naturales, físicos o biológicos que son y no pueden ser localizados, sino que afectan al conjunto de la tierra¹. El sistema terrestre se configura como una serie relacionada de procesos interactivos entre la naturaleza viva y la naturaleza muerta, que opera en una amplia gama de escalas espaciales y temporales. Las interacciones son la esencia misma del sistema terrestre. Una vez que se han introducido cambios en sus componentes, éstos pueden propagarse a través de todo el sistema. Los componentes esenciales del sistema terrestre

son cuatro: tierra sólida, el agua, el aire y los seres vivos².

El sistema climático³ cambia continuamente. La tierra ha sufrido constantes mutaciones climáticas desde su formación, que se prolongan hasta su historia relativamente reciente a partir de su estabilización geológica. Tales transformaciones seguirán produciéndose por causas naturales, como resultado de las interacciones entre la radiación solar y los di-

* Profesor, Área de Investigación, Crecimiento y Medio Ambiente, UAM-Azcapotzalco.

¹ Stern, P., et al., *Global Environment Change. Understanding the Human Dimensions*, Washington, DC, National Research Council, 1992, p. 25.

² Ludevid Anglada, Manuel, *El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas humanas*, Barcelona, Marcombo, 1997, pp. 5-6.

³ El clima de la Tierra implica mucho más que la atmósfera. El clima lo producen complejas interacciones entre la atmósfera, los océanos, los casquetes polares, los seres animados y hasta las rocas y los sedimentos. Los científicos hablan del "sistema climático" refiriéndose a todas las categorías del medio ambiente natural que interactúan en la producción del clima. Legget, Jeremy, *El calentamiento del planeta. Informe de Greenpeace*, México, FCE, 1996, p. 20.

ferentes componentes de la geosfera y de la biosfera. No obstante, como resultado de la actividad humana, las emisiones de los denominados gases invernadero están modificando el clima natural a una velocidad mayor a lo que se pudiera considerar normal. Durante miles de años, ha habido cierta estabilidad en el sistema climático, en el que la influencia del ser humano había sido insignificante y a escala local. Sin embargo, en la medida en que la humanidad fue evolucionando y creciendo en magnitud e intensidad, su presencia comenzó a ocasionar modificaciones en el medio ambiente a escala global, según lo ha venido aseverando la comunidad científica internacional⁴.

Las causas del cambio climático

Los datos estadísticos y científicos⁵ han demostrado que los fenómenos climáticos se ven perturbados por la concentración de los gases de efecto invernadero, emitidos a la atmósfera por el hombre, producto de los patrones de consumo y producción concebidos por el modo de desarrollo económico actual.

Se puede aseverar que el principal efecto potencial del cambio climático es el calentamiento global del planeta a consecuencia de la intensificación del efecto invernadero. La atmósfera que rodea la Tierra como el cristal de un invernadero, juega un papel esencial para mantener estable la temperatura de la superficie terrestre, debido a que los gases invernadero⁶ presentes en la atmósfera desempeñan un papel clave en el sistema climático: al absorber la radiación infrarroja emitida por la superficie del Sol, vuelven a irradiar esta

⁴ Véase Weart, Spencer R. "The discovery of the risk of global warming" en Physics Today (New York), Vol 50 N° 1 January 1997 p. 34.

⁵ Véase Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), *Third assessment report-climate change 2001. The scientific basis: summary for policymakers. A report of working group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, UNEP-WMO, p. 7, <www.ipcc.ch>.

⁶ En el anexo A del Protocolo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, se consideran los siguientes gases de invernadero: bióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF_6).

energía hacia al mismo planeta. Uno de los primordiales componentes atmosféricos, el vapor de agua⁷ (H_2O) es el principal de los gases invernadero, responsable del 80% del efecto que produce, el resto son gases en muy poca concentración, los denominados *gases traza*⁸, que existen en muy pequeñas cantidades pero que tienen una gran importancia debido a su capacidad de absorción de radiación infrarroja. Los gases más relevantes, sean o no producidos por el hombre, son el bióxido de carbono, el metano, el óxido de nitrógeno, el ozono estratosférico y los clorofluorocarbonos (CFC)⁹.

Estos gases ocasionan que tanto la superficie de la Tierra como la parte inferior de la atmósfera se calienten y, sin éstos, "la temperatura media de la Tierra debería ser 20° C bajo cero [...] La tierra debería ser un lugar hostil para casi todas las formas de vida"¹⁰.

⁷ El vapor de agua, (H_2O) es el principal contribuyente al efecto invernadero natural. Su presencia en la atmósfera no depende directamente de la actividad del hombre. Sin embargo, el vapor de agua añade al cambio climático debido a una considerable «retroalimentación positiva». Schimel, David, *Retroalimentadores Biogeoquímicos en el sistema terrestre*, en Legget, Jeremy, (comp.) *El calentamiento del planeta: informe de Greenpeace*, México, FCE, 1996.

⁸ Ramanathan, V., et al., *Trace Gas Trends and Their Potential Role in Climate Change*. Journal of Geophysical Research, núm 81. 1985. en Ludevid Anglada, Manuel. *El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas humanas*, Barcelona, Marcombo, 1997, p. 32.

⁹ Metano, (CH_4) este gas, después del bióxido de carbono, es el compuesto de carbono más abundante en la atmósfera. Se emite de manera natural por la fermentación de la materia orgánica en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), tal como ocurre en los humedales, los sedimentos lacustres y en el aparato digestivo de los rumiantes y las termitas. El metano tiene una capacidad de absorción de radiación infrarroja veinte veces mayor por molécula que el bióxido de carbono, por lo que el aumento de este gas en la troposfera tiene el potencial para contribuir de manera significativa a un cambio climático global.

Óxido nitroso (N_2O): tiene como origen natural los procesos microbianos tanto en los ecosistemas terrestres como marinos, en los que se produce como resultado de la nitrificación (conversión de amonio a nitratos o nitritos) y la desnitrificación (conversión de nitratos a óxido nitroso y nitrógeno molecular). El N_2O es 250 veces más efectivo por molécula que el bióxido de carbono para absorber la radiación infrarroja por lo que, al igual que en el caso del metano, su aumento tiene consecuencias importantes para el cambio climático.

Clorofluorocarbonos, (O_3) estos compuestos, conocidos como CFCs, en contraste con los anteriores, son netamente antropogénicos. Tienen la propiedad de ser

Los gases de efecto invernadero establecen una temperatura media de 15ºC.

El cambio climático provocado por el hombre está relacionado esencialmente con la intensificación del efecto invernadero, como resultado de los aumentos en las concentraciones de los gases traza¹¹, estimulados de manera excesiva por la actividad del ser humano. Las actividades del hombre agregan más gases invernadero a los ya existentes de manera natural y los procesos físicos y químicos propios de la naturaleza no pueden eliminarlos en el tiempo necesario para mantener una temperatura adecuada para el desarrollo de la vida y, por lo tanto, ocasionan efectos perjudiciales al equilibrio térmico y fisicoquímico de la atmósfera.

Entre las actividades antropogénicas que han contribuido de forma directa al cambio climático global, destacan el consumo de combustibles fósiles¹², la producción y la emisión de halocarbonos¹³ y el consumo de combustibles hechos con biomasa¹⁴.

La percepción científica del Cambio Climático

En 1960, dados los avances científicos y tecnológicos, fue posible que el científico Char-

prácticamente inertes (no reaccionan químicamente con ningún compuesto) en la troposfera y por ello llegan a la estratosfera en donde son los principales responsables de la destrucción del ozono. Sin embargo, en la troposfera pueden contribuir también de manera significativa al calentamiento del planeta ya que los dos más comunes (CFC-11 y CFC-12) tienen de 17,500 a 20 mil veces la capacidad del bióxido de carbono por molécula para absorber la radiación infrarroja Ludevid Anglada, Manuel. *El cambio global en el medio ambiente. Introducción a sus causas humanas*. Barcelona, Marcombo, 1997. p. 32.

¹⁰ Sagan, Carl. *Miles de millones. Pensamiento de vida y muerte en la antesala del milenio*. Barcelona, Liberdúplex. 1998. p. 136.

¹¹ Vid. Ramanathan, V. et al. *Op. cit.*

¹² Entendemos por combustibles fósiles el carbón mineral, el petróleo y sus derivados, y el gas natural.

¹³ Dos productos químicos: los clorofluorocarbonos (CFC) y los halones.

¹⁴ Combustibles hechos con madera, excrementos animales o residuos agrarios, todos ellos procedentes de lo que se denomina biomasa, es decir los seres vivos presentes en la biosfera, ya sean plantas o animales.

les Keeling llevó a cabo el primer reporte del incremento en los niveles de bióxido de carbono en la atmósfera, después de dos años de observaciones en la Antártida, y se establecieron las ya conocidas repercusiones sobre el clima. A partir de ese momento, principió la inquietud de los científicos sobre el tema del deterioro ambiental y el Calentamiento Global¹⁵.

De acuerdo a la información científica proporcionada por el Pánel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC)¹⁶, desde mediados del siglo XVIII hasta principios del siglo XXI, la acumulación de gases invernadero en la atmósfera se ha incrementado producto de las actividades antropogénicas. Así, durante este periodo, el metano ha aumentado en 151%, el bióxido de carbono en 31%, lo cual no había tenido lugar probablemente en dos millones de años, y los óxidos nitrosos en 17%. Por su parte, el incremento en la temperatura de la superficie terrestre se ha llevado a cabo de manera constante desde 1861, pero durante el siglo XX se registraron los incrementos más altos, y los años de mayor relevancia, aun de los últimos mil años, fueron los comprendidos en el periodo 1983-1998.

La prevención ante el Cambio Climático

Debido a la naturaleza y trascendencia del problema que involucra a todos los habitantes de la Tierra, su prevención exige el consenso del mayor número posible de Estados, teniendo presente la responsabilidad primordial de los países desarrollados, ya que estos históricamente son responsables de la mayor parte de las emisiones de gases de efecto invernadero del planeta¹⁷.

El cambio climático plantea un serio riesgo de daños graves o irreversibles, por lo que, ante la incertidumbre, no deben aplazar-

¹⁵ Weart, Spencer, *Op. cit.* p. 36.

¹⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Third assessment report-climate change, 2001. The scientific basis, summary for policymakers. A report of working group I of the IPCC. UNEP.WMO, p. 7. <www.ipcc.org>.

¹⁷ Consultese, *Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, Nueva York, 1992.

se medidas preventivas, alegando falta de certeza científica absoluta. Ante esta situación, la comunidad política internacional necesitaba de una fuente objetiva de la más ampliamente aceptada información científica, técnica y socioeconómica disponible sobre el cambio climático, sus repercusiones ambientales y socioeconómicas, y de las opciones de respuesta posibles, incluidos los costos y beneficios que implicaría. Al reconocer todo lo anterior, la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), establecieron en 1988 el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC).

La preocupación por el cambio climático ha originado la celebración de una serie de Conferencias Internacionales¹⁸. En 1979 se llevó a cabo la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, en la que se reconoció la gravedad del problema que representa el cambio climático. Con fundamento en las investigaciones científicas y sus posibles efectos en el entorno de la humanidad, se formuló una declaración en la que se exhortó a todos los gobernantes "a controlar y prever potenciales cambios en el clima provocados por el hombre que pudiesen resultar adversos al bienestar de la humanidad". En la misma conferencia también aprobaron los planes para establecer un Programa Mundial de Investigación del Clima (PMIC) bajo la responsabilidad compartida de la Organización Meteorológica Mundial (PMM), el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) y el Consejo Internacional de las Uniones Científicas (CIVC).

En 1989, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó, mediante la Resolución 43/53, la protección del clima global para las generaciones presentes y futuras, reconociendo que el cambio climático es una preocupación común de la Humanidad, en virtud de ser condición esencial para el mantenimiento de la vida en la Tierra. Desde entonces,

¹⁸ Véase ICSU/OMM-PNUMA, *Conferencia sobre la determinación de los efectos sobre el cambio climático del CO₂ y de otros gases de invernadero*, Villach (Austria (ICSU/OMM/ PNUMA), 1985; *Símposio sobre el CO₂ y otros gases de invernadero y sus repercusiones climáticas (CEE)*, Bruselas, 1986; *Conferencia mundial sobre el clima*, Toronto, 1988.

numerosas reuniones han sentado las bases de la acción internacional destinada a prevenir el cambio climático.

En 1990 se lleva a cabo la Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima en Ginebra. La base de la discusión científica fue el informe preparado por el IPCC, que establecía la relación causal entre el CO₂ y el calentamiento global del planeta y formulaba la necesidad de estabilizar, e incluso de reducir inmediatamente las emisiones de dióxido de carbono y de otros gases de invernadero.

En 1992, tiene lugar el Convenio marco de las Naciones Unidas sobre cambio climático¹⁹, en el que se reconoció la preocupación mundial por las actividades humanas que han modificado las concentraciones naturales de gases de efecto invernadero en la atmósfera, intensificando a su vez el efecto invernadero natural. El objetivo principal de la Convención es lograr la estabilización de las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias peligrosas de las actividades humanas en el sistema climático. Tal nivel de estabilización se debe lograr dentro de un plazo que permita la adaptación de los ecosistemas al cambio climático, asegurando que la producción de alimentos no se vea amenazada y permita el desarrollo económico y social.

La Convención estableció de manera particular compromisos para los países desarrollados y aquellos con economías en transición, enumerados en su Anexo I, los cuales debían limitar sus emisiones de gases de efecto invernadero con el fin de regresar a sus ni-

¹⁹ El 21 de diciembre de 1990, la Asamblea General de la ONU adoptó la Resolución 45/212, por la que establecía un Comité intergubernamental para la negociación del Convenio marco sobre el cambio climático. Por invitación del Presidente G. Bush, las negociaciones comenzaron en Washington, en febrero de 1991, celebrándose seis sesiones a lo largo de quince meses. El Convenio fue adoptado por el Comité intergubernamental de negociación el 9 de mayo de 1992, abriendo a la firma en la Conferencia de Río. El 14 de junio de 1992 lo habían firmado ciento cincuenta y tres Estados y la Comunidad Económica Europea (hoy Comunidad Europea) y entró en vigor el 21 de marzo de 1994. citado por Justo Ruiz, José, *Derecho internacional del medio ambiente*, Madrid, McGraw-Hill Interamericana de España, 1999, p. 290.

veles de emisiones de 1990 para el año 2000, y proteger y mejorar sus depósitos y sumideros de gases de efecto invernadero.

Para implementar y dar seguimiento a los compromisos establecidos en dicha Convención Marco, se dio lugar a la Conferencia de las Partes (COP), misma que se ha reunido hasta el momento en ocho ocasiones: COP 1 - Berlín, 1995, COP 2 - Ginebra, 1996, COP 3 - Kyoto, 1997, COP 4 - Buenos Aires, 1998, COP 5 - Bonn, 1999, COP 6 - La Haya, 2000, COP 7 Marrakech, 2001 y COP 8 - Nueva Delhi, India, 2002.

La propuesta más ambiciosa proviene de la COP 3 o Protocolo de Kyoto de 1997. En virtud del artículo 3.1 del Protocolo, las Partes incluidas en su Anexo 1, es decir, los países desarrollados, los países en proceso de transición a una economía de mercado y la Comunidad Europea, asumen el compromiso de reducir individual o conjuntamente, entre los años 2008 y 2012, por lo menos un 5% las emisiones antropogénicas de un total de seis gases de efecto invernadero, estipulados en el Anexo A del Protocolo²⁰, tomando como referencia los niveles de emisión de 1990. El Anexo B del Protocolo establece las reducciones asignadas individualmente a cada una de las Partes (Véase Cuadro 1), adicionalmente, para cualquier medida de reducción interna de emisión de gases de efecto invernadero, de las Partes contenidas en el Anexo 1, institucionaliza tres "mecanismos de flexibilidad"²¹ que introducen complejos procedimientos destinados a flexibilizar las obligaciones asumidas por los países desarrollados, llamados por algunos los mecanismos de Kyoto o mecanismos de mercado, siendo éstos los siguientes:

1) Permisos de comercio de emisiones internacional permiten a los países del Anexo 1, que quieran transferir sus compromisos de emisión a otro país contenido en el mismo anexo, por el costo de un crédito de emisión, el cual tendrá comienzo en el año 2008. Por

²⁰ CO₂, CH₄, N₂O, HFC PFC y SF₆.

²¹ Consultese Acquatella, Jean, *Fundamentos económicos de los mecanismos de flexibilidad para la reducción internacional de emisiones en el marco de la Convención de Cambio Climático (UNFCCC)*, Santiago de Chile, Naciones Unidas, Serie medio ambiente y desarrollo N° 38 y, 2001.

ejemplo, un país contenido en el anexo 1 que reduzca sus niveles de emisión de gases invernadero en 10 millones de toneladas métricas equivalentes de carbón en el 2010, más de las necesarias para alcanzar sus objetivos, podrá vender el "sobrante" de reducción de la emisión a otro país del Anexo 1 que lo requiera.

2) Los mecanismos de desarrollo limpia, permiten a los países del Anexo 1 a través de sus gobiernos u otras entidades legales invertir en reducción de emisiones o en proyectos de mejora en los sumideros en los países no contemplados en el Anexo 1, obteniendo créditos de reducción de emisiones para el país que llevó a cabo la inversión "extranjera", lo cual le permite aplicar los créditos en apoyo a sus propios compromisos de reducción de emisión nacional.

3) Implementación conjunta. Este mecanismo es similar al mecanismo anterior, de desarrollo limpia, sólo que el proyecto de reducción de emisiones debe ser entre países del Anexo 1.

Los objetivos del Protocolo de Kyoto están referidos a la emisión total de gases de efecto invernadero, los cuales comprenden las emisiones de dióxido de carbono, metano, óxidos nitrosos, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y sulfuro hexafluoruro. De aquí que un país pueda optar por una reducción relativamente mayor de emisiones de otros gases invernadero y llevar a cabo una reducción menor de dióxido de carbono, o viceversa, con el objeto de lograr sus obligaciones de Kyoto. Actualmente, las emisiones de dióxido de carbono son las de mayor importancia en las emisiones de gases de efecto invernadero seguido por el metano y el óxido nitroso.

Los detalles de operación del Protocolo de Kyoto han sido el objeto de varias reuniones de la UNFCCC, desde la COP 3 pocos temas permanecen sin resolver, algunos de los cuales podrían ser finalizados sólo cuando el Protocolo haya entrado en vigor. Ellos incluyen objetivos y procedimientos para subsecuentes períodos de compromisos, reglas de participación en proyectos de los sumideros de carbón y si las consecuencias por incumplimiento en los objetivos de reducción de emisión nacional deben ser legalmente vinculantes.

El Protocolo de Kyoto entrará en vigor noventa días después de que éste haya sido ratificado por al menos 55 de las partes de la UNFCCC, incluyendo una representación de países del Anexo 1 que participen por lo menos con el 55% del total de las emisiones de dióxido de carbono en 1990, de acuerdo al grupo del Anexo 1. Hasta febrero del 2003, 104 países habían ratificado el Protocolo, incluidos Canadá, China, India, Japón, México, Nueva Zelanda, Corea del Sur y la Unión Europea. Un total de 30 países contenidos en el Anexo 1 (Véase Cuadro 1), que representan el 43.9% de total de las emisiones de dióxido de carbono de 1990, han firmado el Protocolo. Los dos países principales Australia y Estados Unidos, han anunciado que no adoptan el Protocolo de Kyoto, lo cual deja a Rusia como factor decisivo para su entrada en vigor. Con el 17.4% de las emisiones de dióxido de carbono de 1990, la ratificación por parte de Rusia conduciría a un 61.3% y permitiría su entrada en vigor. Aun sin la participación de Australia y Estados Unidos, Rusia ha manifestado su intención de ratificarlo, pero el tiempo es todavía incierto.

El cambio climático y el consumo de energéticos

Sin duda alguna, el riesgo al cambio climático y el consecuente calentamiento global del planeta, tienen preponderantemente su origen en la producción y consumo de energéticos al liberar gases de efecto invernadero. Por otra parte, el crecimiento económico es el principal factor de activación de la demanda de energía en una región; de esta forma, las actividades de aprovechamiento energético de recursos primarios, su transformación y el posterior consumo final de sus derivados son factores que deberán ser modificados para poder dar solución a tales fenómenos. Lo cual implica, a su vez, cambios en los actuales patrones de consumo y bienestar.

Cabe destacar que, al relacionar el desarrollo económico y la demanda de energéticos, se usan fundamentalmente dos indicadores: el consumo de energía *per capita* y la intensidad energética. El llamado índice de intensidad energética primaria es el cociente

entre el consumo de energía primaria y el PIB, y representa la “eficiencia en el uso”, es decir, el mayor o menor empleo de energía por unidad de producto o servicio.

Panorama energético hasta el año 2025

De acuerdo a las proyecciones llevadas a cabo por la Energy Information Administration de Estados Unidos²², el consumo mundial de energía será de 640 cuatrillones de Btu (British thermal units). (Véanse Cuadros 2 y 3).

El petróleo continuará siendo la principal fuente de consumo de energía primaria y su participación en la energía mundial disminuirá ligeramente al 38%, no obstante las expectativas de que muchos países del mundo cambiarán de petróleo a gas natural y otros tipos de combustibles para generar electricidad.

Se espera que el petróleo mantenga su predominio como energético en el transporte y en las mezclas energéticas globales, no obstante el incremento en la penetración de nuevas tecnologías, tales como el uso de hidrógeno como combustible en los vehículos.

Las naciones del mundo industrializado continuarán consumiendo más productos del petróleo que los países que se encuentran en proceso de desarrollo, aunque la diferencia, se espera, sea mucho menor, ya que estos últimos países consumirán alrededor del 86%, con respecto al consumo de los países desarrollados. Existe la perspectiva para los países industrializados que el incremento en el uso del petróleo se deba principalmente al sector transporte, donde actualmente hay pocas alternativas económicamente competitivas. En el mundo en vías de desarrollo, el incremento en la demanda de petróleo probablemente se deba al crecimiento en todos los sectores de consumo final (véase Cuadro 3).

Por lo que respecta al gas natural, se calcula que el consumo casi se duplique, llegando a 176 trillones de pies cúbicos; asimismo, que su consumo sobrepase al uso del carbón

²² Energy Information Administration, *International Energy Outlook 2003*, Washington D.C., EIA, 2003.



en 31%. En cuanto a su participación en el consumo de energía total, la perspectiva es del 28%, por lo que la mayor parte del crecimiento en el consumo de gas natural mundial será en respuesta a la creciente demanda de las nuevas plantas generadoras de energía de turbina de gas de ciclo combinado, de mayor eficiencia.

Se espera que en los países industrializados el gas natural ocupe un lugar más importante entre los principales combustibles, fundamentalmente debido al incremento en el consumo de energía, en virtud de ser el combustible más eficiente por sus ventajas económicas y ambientales para la nueva capacidad de generación de energía eléctrica. De la misma forma, en los países en desarrollo el incremento en el uso del gas natural también se deberá a su uso en la generación de energía eléctrica y usos industriales y a la creciente popularidad de este combustible (véanse Cuadros 2 y 3).

Por lo que respecta al uso mundial de carbón, desde 1980 se ha mostrado bajo, y se espera conserve la misma tendencia hasta el año 2025, y que su consumo proyectado, se calcula, sea de 1.5% anual hasta el año 2025, lo cual sugiere una contracción en su participación en el consumo mundial de energía descendiendo al 22%. Asimismo, se proyectan disminuciones significativas en los países de Europa Occidental, Europa Oriental y la anterior Unión Soviética. Países donde tradicionalmente se había hecho uso intensivo del carbón, ha estado cobrando mayor importancia el uso del gas natural y, en el caso de Francia, la energía nuclear, para la generación de electricidad y otros usos en los sectores de la industria y la construcción.

Los países de Europa Oriental han tenido una recuperación económica más prolongada que los países de la anterior Unión Soviética, por lo que se espera que el gas natural continúe desplazando el uso del carbón en la región, que daría como resultado una disminución en promedio del 2.8% anual, en la intensidad de carbón para Europa del Este (véase Cuadro 5).

La disminución esperada en la participación del carbón en el uso de energía sería

aun mayor si no fuese por el gran incremento proyectado en su uso en los países asiáticos en vías de desarrollo, especialmente China y la India, donde continúa dominando en muchos de los mercados energéticos. Se prevé un rápido incremento en la intensidad de carbón, resultado de su acelerado crecimiento económico, por lo que se proyecta participen con el 75 % del incremento total en el uso mundial de carbón (véase Cuadro 5).

Por lo que respecta a la participación de la energía nuclear (uranio) en la producción total de energía eléctrica mundial (su principal uso energético), de continuar la misma tendencia en la mayoría de los países, se calcula una disminución aproximadamente del 12% para el año 2025. Aunque es de esperar que algunos países construyan nuevas plantas nucleares antes de alcanzar dicho año, muchos países disminuirán su capacidad instalada nuclear debido a programas de desmantelamiento de plantas obsoletas.

Las ventajas económicas obtenidas por el uso de la energía nuclear en la generación de electricidad, comparadas con aquellos aspectos desfavorables en relación a otras tecnologías disponibles y la preocupación de la sociedad por la seguridad de las plantas, así como la disposición de los desechos radiactivos y la proliferación de armamento nuclear, son aspectos que contribuirán para la disminución de la energía nuclear en el largo plazo.

A pesar de su declinación en la participación de la producción de energía eléctrica, la energía nuclear continuará siendo una fuente significativa de electricidad, ya que algunas naciones continuarán construyendo nuevas centrales generadoras de electricidad usando combustibles nucleares.

La mayoría del incremento en la capacidad futura se espera provenga de Asia, con China, India, Japón y Corea del Sur, las cuales proyectan un incremento combinado de 45 gigawatts antes del 2025²³.

²³ En el transcurso del año 2003, algunos países en desarrollo asiáticos han aportado 17 de los 35 reactores nucleares de la construcción mundial, de los cuales 8 corresponden a la India, 4 a China, 2 a Corea del Sur, 2 a Taiwán y 1 a Corea del Norte.

El consumo de energía hidroeléctrica, y otras fuentes renovables, se incrementará moderadamente hacia el año 2025, a una tasa promedio anual de 1.9 %. Asimismo, las fuentes de energía renovables se espera no sean económicamente competitivas con los combustibles fósiles a mediano plazo, si éstas no tienen un apoyo significativo de las políticas gubernamentales que animen su difusión y expansión respectivas. El mayor crecimiento en el uso de energía renovable, se espera como resultado de la operación de nuevas instalaciones hidroeléctricas a gran escala en el mundo en desarrollo, especialmente en Asia.

En el periodo de proyección, el consumo neto de electricidad mundial se incrementará a una tasa anual del 2.4 %, lo que daría 24.7 trillones de kilovatios /hora en el 2025. Se espera un importante aumento en el uso de la electricidad en los países en desarrollo, particularmente en Asia, donde el significativo crecimiento económico proyectado tendrá que verse apoyado por un incremento en la oferta de electricidad para abastecer la ampliación en la demanda ocasionada por una mayor industrialización así como por cambios en los modelos de consumo más demandantes de energéticos. Por lo que respecta a los países industrializados, se espera continúe el bajo crecimiento de la población y de la actividad económica, así como la saturación en los mercados y una mayor eficiencia en los aparatos electrónicos, que dará como resultado un modesto crecimiento en la tasa de consumo de electricidad de un 1.7 % anual.

La tasa de mejoría en la intensidad de bióxido de carbono podría variar considerablemente en el futuro, ya que se calcula que la intensidad de bióxido de carbono mundial caerá a 154 toneladas métricas equivalentes de carbón por millón de US dólares de PIB en el año 2025. Para el año 2025, se proyecta que los países en desarrollo sean los principales contribuyentes en las emisiones mundiales de bióxido de carbono con un 46%, seguidos de los países industrializados con el 42%, y la anterior Unión Soviética y Europa del Este con el 12% (véase Cuadro 5).

Si el consumo de energía mundial alcanza los niveles proyectados, las emisiones mundiales de bióxido de carbono aumentarán aproximadamente en 3.8 billones de toneladas equivalentes de carbón hacia el año 2025. El incremento proyectado quedaría integrado por petróleo con 1.5 billones de toneladas, gas natural 1.3 billones de toneladas y carbón 1.1 billones de toneladas. De acuerdo a esta proyección, las emisiones de bióxido de carbono en el año 2025, excederían los niveles de 1990 en 76% (véase Cuadro 4).

Se espera que las emisiones de bióxido de carbono en los países industrializados lleven a 4.3 billones de toneladas métricas en el 2025, aproximadamente un crecimiento de 1.3% anual. Por su parte, los países en desarrollo, incluidos la India y China, para el año 2020, sus emisiones superen, a las de los países industrializados, aunque se cree, utilizarán menos energía que estos últimos. Asimismo, las emisiones totalizarán 4.7 billones de toneladas métricas equivalentes de carbón en el año 2025. El considerable incremento en las emisiones entre los países en desarrollo es parcialmente resultado de su dependencia sobre el carbón, que es el combustible de uso más intensivo de los fósiles. El carbón es usado de manera extensiva en toda la región asiática en desarrollo, la cual posee la tasa esperada más alta de crecimiento económico y energético. Sólo las emisiones de bióxido de carbono del Asia en desarrollo, alcanzarán 3.3 billones de toneladas en el 2025 (véase Cuadro 2).

Considerando en su conjunto a los países de Europa del Este y a la anterior Unión Soviética, se espera que sus emisiones no lleven a tener la magnitud que tuvieron en la época Soviética, ni declinen de manera estrepitosa como se había previsto. No obstante, se espera que las emisiones no se aumenten tan rápido como el incremento en el uso de la energía, debido a una mayor eficiencia energética, resultado de la sustitución del stock de capital obsoleto y al reemplazo de carbón por gas. La región también podría verse beneficiada por sus bajos niveles de emisión debidos al sistema mundial de comercio de emisiones de carbono, que le permitiría vender sus permisos



excedentes, de acuerdo a los mecanismos de flexibilidad contempladas en el Protocolo de Kyoto.

Las emisiones mundiales de bióxido de carbono *per capita* se proyecta pasarán de aproximadamente 1.1% toneladas métricas en 1990 a 1.3% en el año 2025. Las emisiones *per capita* en los países industrializados continuarán siendo mucho más grandes que en el resto del mundo, incrementándose de 3.2 a 3.6 toneladas métricas entre 1990 y 2010, y a 4.2 en el 2025.

Comentarios finales

Indudablemente, la seguridad del abastecimiento energético es un objetivo fundamental e inmediato para cualquier país; sin embargo, éste no siempre es compatible con los objetivos ambientales que en apariencia pudieran ser aplazables. No obstante, en el contexto de las políticas de abastecimiento energético no sólo se han tomado en consideración aspectos de política económica y de mercado energético, sino también de aquellos relacionados con el medio ambiente. Como ha sucedido en la Unión Europea, que ha ponderado vigorosamente en su política de seguridad del abastecimiento energético²⁴, el cambio climático, cuya solución implica una mayor eficiencia energética y por ende una disminución en la demanda de combustibles fósiles, de los cuales es altamente dependiente de otros países productores. Así, los objetivos ambientales han creado nuevos condicionamientos, como los contemplados en el Protocolo de Kyoto, y que no han sido aceptados de manera unánime, probablemente por razones distintas a las argumentadas en contra de la veracidad de si el hombre es o no causante de este cambio climático, o bien las incertidumbres cuantitativas en las proyecciones de los escenarios climáticos.

El petróleo sigue siendo y será la fuente de energía de mayor importancia. En el pasa-

do, las reducciones de intensidad energética y la sustitución del petróleo en aplicaciones de calor y electricidad transformaron el mercado del petróleo. Sin embargo, la demanda continuará aumentando, a no ser que se produzca un gran avance tecnológico y se acabe con la dependencia prácticamente total del petróleo que registra principalmente el sector transporte, que actualmente se encuentra en expansión, ya que “El transporte constituye, sin duda, la gran incógnita energética del futuro. Mercado cautivo del petróleo (el 98% del mercado del transporte depende del petróleo, lo que equivale al 67% de la demanda final de petróleo), este sector registra un importante crecimiento de la demanda de energía. Entre 1985 y 1998, ésta pasó de 203 a 298 millones de tep, mientras que el número de vehículos, particulares y utilitarios, aumentó de 132 a 189 millones, con un auge paralelo del transporte aéreo. La intensidad energética del sector aumentó un 10% entre 1985 y 1998”²⁵. Por lo que los principales aspectos que van a determinar las necesidades futuras del petróleo, son la dependencia de este por parte de un sector del mismo transporte, fluctuaciones de los precios y desarrollo de combustibles alternativos. Como resultado, se espera que el petróleo siga contribuyendo de manera importante en las emisiones de gases invernadero, al mantener su predominio en las mezclas energéticas globales, no obstante, el incremento en las nuevas tecnologías, tales como el uso de hidrógeno como combustible en los vehículos. Panorama desalentador para el cambio climático ya que contribuirá aproximadamente con el 37.6% de la energía mundial que se consuma en el año 2025, contra el 38.8% del año 1990.

El gas natural resulta una atractiva fuente energética, sobre todo en la generación de electricidad, debido al desarrollo tecnológico de las nuevas plantas de ciclo combinado, donde se espera tenga mayor participación. Sin embargo, no es totalmente noble para el cambio climático, pero sí mejor en relación al petróleo y al carbón, por lo que de acuerdo a sus propiedades ambientales y energéticas, su par-

²⁴ Comisión de las Comunidades Europeas, *Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético*, Bruselas, CCE, 2000, p. 57.

²⁵ Comisión de las Comunidades Europeas, *Op. cit.*, p. 17.

ticipación probable en la demanda mundial de energía para el año 2025 será de 28.4% aproximadamente, contra un 21.5% en 1990. Lo cual resulta favorable pero no alentador para la solución del cambio climático.

Actualmente, aunque el carbón haya dejado de utilizarse en razón de las disposiciones legislativas adoptadas en la mayoría de los países en torno a la lucha contra la contaminación atmosférica. En un futuro desde el punto de vista económico y del abastecimiento energético, el carbón resulta de interés dado la competencia de los mercados ha mantenido sus precios bajos y estables y que sus reservas mundiales son abundantes. A largo plazo, el carbón puede seguir revisando interés en cuanto empiecen a utilizarse nuevas tecnologías que reduzcan los costes de extracción, las emisiones de gases invernadero y a aumenten su eficiencia especialmente para el carbón subbituminoso y lignito. No obstante, aportará el 21.7% de la energía mundial que se consuma en el año 2025, lo cual resulta un poco alentador para el cambio climático ya que en 1990 representó el 26.3%. y el carbón es más contaminante que el petróleo y a su vez este más que el gas natural.

La energía nuclear resulta interesante porque produce muy pocas emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que de mantenerse la proporción de energía nucleoeléctrica de la actualidad las emisiones de CO₂ podrán mantenerse aproximadamente en los niveles de 1990. Es posible que la energía nuclear constituya una fuente de energía que compense la falta de suministro energético que tendría lugar si la generación de electricidad a partir de combustibles fósiles se redujera para cumplir el Protocolo de Kyoto. A pesar de la oposición pública y política a la energía nuclear, vinculada a factores de salud y seguridad. Lo único que se puede esperar para que éste tipo de energía contribuya a la solución del cambio climático, es

que se lleven a cabo los avances tecnológicos esperados en torno a la seguridad de las plantas, el problema de los residuos y que la energía nuclear se logre por fusión y no por fisión atómica. En tanto se prevé una participación para el año 2025, de 4.46% de la demanda mundial de energía inferior al 5.82% de 1990. lo cual no es muy favorable para la disminución de los gases de efecto invernadero.

Las fuentes renovables de energía, entre las que destacan las plantas hidroeléctricas, resultan de interés tanto para el abastecimiento energético como para el medio ambiente, sin embargo, aunque en términos generales esas fuentes son más baratas e incluso gratuitas, la tecnología no ha alcanzado aún el grado de desarrollo requerido para que sean económicamente aprovechables, debido al elevado costo de las tecnologías empleadas en energías renovables en comparación con las utilizadas en los combustibles fósiles. Un aspecto importante que limita su desarrollo lo constituye la exclusión de los costos externos en el precio de venta de los combustibles fósiles, amén de una serie de ayudas a favor de las energías convencionales que distorsionan el mercado en menoscabo de las energías renovables. Las fuentes de energías renovables en un futuro, podrán contribuir en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y consecuentemente con el cambio climático. Con todo, el panorama no resulta muy alentador ya que estas fuentes contribuirán aproximadamente con el 7.8% de la energía mundial que se consuma en el año 2025.

De acuerdo a las tendencias de consumo energético Todo parece indicar que el cambio climático es y será inevitable, y la Tierra continuará calentándose. Solo basta Imaginar un planeta que incrementa su consumo de energéticos desde 1990 hasta el año 2025 en 83.7%, y emite durante el mismo periodo un 76.4% más de bióxido de carbono (CO₂).



Cuadro 1 CO₂ Emisiones de Anexo I partes en 1990			
<i>País</i>	<i>Emisiones</i>	<i>Porcentajes</i>	<i>Límite cuantificado de emisiones o compromiso de reducción (porcentaje de año base o periodo)</i>
Australia	288,965	2.1	108
Austria	59,200	0.4	92
Bélgica	113,405	0.8	92
Bulgaria	82,990	0.6	92
Canadá	457,441	3.3	94
Croacia	-	-	95
República Checa	169,514	1.2	92
Dinamarca	52,100	0.4	92
Estonia	37,797	0.3	92
Comunidad Europea	-	-	92
Finlandia	53,900	0.4	92
Francia	366,536	2.7	92
Alemania	1,012,443	7.4	92
Grecia	82,100	0.6	92
Hungría	71,673	0.5	94
Iceland	2,172	0.0	110
Irlanda	30,719	0.2	92
Italia	428,941	3.1	92
Japón	1,173,360	8.5	94
Latvia	22,976	0.2	92
Liechtenstein	208	0.0	92
Lituania	-	-	92
Luxemburgo	11,343	0.1	92
Mónaco	71	0.0	92
Nederland (Países Bajos)	167,600	1.2	92
Nueva Zelanda	25,530	0.2	100
Noruega	35,533	0.3	101
Polonia	414,930	3.0	94
Portugal	42,148	0.3	92
Rumanía	171,103	1.2	92
Federación Rusa	2,388,720	17.4	100
Eslovaquia	58,278	0.4	92
Eslovenia	-	-	92
España	260,654	1.9	92
Suecia	61,256	0.4	92
Suiza	43,600	0.3	92
Ucrania	-	-	100
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte	587,078	4.3	92
Estados Unidos de América	4,957,022	36.1	93
<i>Total</i>	<i>13,728,306</i>	<i>100.0</i>	

Fuente: Anexo B de la Convención Marco sobre Cambio Climáticos y Anexo I del Protocolo de Kyoto.

Cuadro 2 Consumo mundial de Energía total y emisiones de Bióxido de Carbón por región									
<i>Región</i>	<i>Consumo de Energía (Quadrillón Btu)</i>					<i>Emisiones de Bióxido de Carbón (millones de toneladas métricas equivalentes de carbón)</i>			
	<i>1990</i>	<i>2001</i>	<i>2010</i>	<i>2025</i>	<i>1990</i>	<i>2001</i>	<i>2010</i>	<i>2025</i>	
Países Industrializados	182.8	211.5	240.1	288.3	2,844	3,179	3,572	4,346	
EE/FSU	76.3	53.3	65.9	82.3	1,337	856	1,038	1,267	
Países en desarrollo	89.3	139.2	174.7	269.6	1,691	2,487	3,075	4,749	
Asia	52.5	85.0	110.1	174.6	1,089	1,640	2,075	3,263	
Medio Oriente	13.1	20.8	25.0	36.0	231	354	420	601	
África	9.3	12.4	14.4	20.0	179	230	261	361	
Centro y sur de América	14.4	20.9	25.2	39.0	192	263	319	523	
<i>Total del Mundo</i>	<i>348.4</i>	<i>403.9</i>	<i>480.6</i>	<i>640.1</i>	<i>5,872</i>	<i>6,522</i>	<i>7,685</i>	<i>10,361</i>	

Fuentes: United Nations Economic Commission for Europe, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution, Protocol To Abate Acidification, Eutrophication and Ground-Level Ozone, Annex II, Emission Ceilings, Geneva, Switzerland, UNECE, 1999.



Cuadro 3
Consumo mundial de Energía total por región
(Quadrillion Btu)

Región	Historia					Proyección			Promedio Anual (cambio porcentual)
	1990	2000	2001	2005	2010	2015	2020	2025	
Países Industrializados									
Norte América	100.6	118.7	115.6	124.6	137.2	148.7	159.4	171.4	1.7
Estados Unidos	84.6	99.3	97.0	103.2	113.3	121.9	130.1	139.1	1.5
Canadá	11.0	13.2	12.5	14.2	15.3	16.0	16.5	17.1	1.3
México	5.0	6.2	6.0	7.2	8.6	10.8	12.8	15.3	4.0
Europa Occidental	59.9	66.8	68.2	69.1	72.1	74.7	77.3	80.5	0.7
Asia Industrializada	22.3	27.5	27.7	28.8	30.8	32.8	34.4	36.4	1.1
Total Industrializados	182.8	213.0	211.5	222.5	240.1	256.2	271.1	288.3	1.3
EE/FSU	76.3	52.2	53.3	61.1	65.9	71.6	76.7	82.3	1.8
Total EE/FSU									
Países en desarrollo									
Asia	52.5	80.5	85.0	92.5	110.1	130.5	151.9	174.6	3.0
Medio oriente	13.1	20.3	20.8	21.4	25.0	28.3	32.0	36.0	2.3
África	9.3	11.9	12.4	13.3	14.4	16.1	18.0	20.0	2.0
Centro y Sur de América	14.4	21.0	20.9	22.7	25.2	29.0	33.4	39.0	2.6
Total en desarrollo	89.3	133.8	139.2	149.8	174.7	203.8	235.3	269.6	2.8
Total del mundo	348.4	398.9	403.9	433.3	480.6	531.7	583.0	640.1	1.9

Fuentes: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2001, DOE/EIA-0219(2001) (Washington, DC, February 2003) <web site www.eia.doe.gov/iea/>. Proyecciones: EIA, Annual Energy Outlook 2003, DOE/EIA-0383(2003) (Washington, DC, January 2003).

Cuadro 4
Consumo mundial de Energía total por región y tipo de combustible, 1990-2025
(Quadrillion Btu)

Región / País	Historia					Proyección			Promedio Anual % 2001-2005
	1990	2000	2001	2005	2010	2015	2020	2025	
Países Industrializados									
<i>Norte América</i>									
Petróleo	40.4	46.3	45.9	48.3	54.2	50.7	64.3	69.3	1.7
Gas natural	23.1	28.8	27.6	30.6	34.0	37.9	42.0	46.9	2.2
Carbón	20.7	24.5	23.9	24.9	27.3	28.7	30.0	31.8	1.2
Nuclear	6.9	8.7	8.9	9.4	9.6	9.7	9.7	9.5	0.3
Otros	9.5	10.6	9.4	11.3	12.0	12.7	13.4	13.9	1.7
<i>Total</i>	100.6	118.7	115.6	124.6	137.2	148.7	159.4	171.4	1.7
<i>Europa Occidental</i>									
Petróleo	25.8	28.5	28.9	29.2	29.7	30.3	30.6	31.6	0.4
Gas natural	9.7	14.9	15.1	15.9	17.5	20.1	23.4	26.4	2.4
Carbón	12.4	8.4	8.6	8.3	8.2	7.5	6.8	6.7	-1.0
Nuclear	7.4	8.8	9.1	8.9	9.1	8.8	8.1	6.97	-1.1
Otros	4.5	6.0	6.1	6.8	7.5	8.0	8.4	8.8	1.5
<i>Total</i>	59.9	66.8	68.2	69.1	72.1	74.7	77.3	80.5	0.7
<i>Asia Industrializada</i>									
Petróleo	12.1	13.2	13.0	13.5	14.3	15.1	15.8	16.7	1.1
Gas natural	2.5	4.0	4.1	4.4	4.6	5.0	5.3	5.9	1.5
Carbón	4.2	5.7	5.9	5.8	6.3	6.7	7.0	7.4	0.9
Nuclear	2.0	3.0	3.2	3.2	3.6	3.9	4.0	3.9	0.9
Otros	1.6	1.6	1.6	1.9	2.0	2.1	2.3	2.4	1.7
<i>Total</i>	22.3	27.5	27.7	28.8	30.8	32.8	34.4	36.4	1.1
<i>Total Industrializados</i>									
Petróleo	78.2	88.1	87.8	90.9	98.2	105.1	110.7	117.6	1.2
Gas natural	35.4	47.7	46.8	50.9	56.1	63.0	70.7	79.2	2.2
Carbón	37.3	38.6	38.5	39.1	41.9	42.9	43.7	45.9	0.7
Nuclear	16.3	20.5	21.2	21.5	22.3	22.3	21.8	20.4	-0.2
Otros	15.6	18.2	17.1	20.0	21.6	22.8	24.0	25.2	1.6
<i>Total</i>	182.8	213.0	211.5	222.5	240.1	256.2	271.1	288.3	1.3



Cuadro 4
Consumo mundial de Energía total por región y tipo de combustible, 1990-2025
(Quadrillion Btu)

Región / País	Historia					Proyección			Promedio Anual %
	1990	2000	2001	2005	2010	2015	2020	2025	
<i>Europa de Este / Rusia</i>									
Petróleo	21.0	10.9	11.0	12.6	14.2	15.0	16.5	18.3	2.1
Gas natural	28.8	23.3	23.8	27.9	31.9	36.9	42.0	47.0	2.9
Carbón	20.8	12.2	12.4	13.7	12.7	12.5	11.2	10.2	-0.8
Nuclear	2.9	3.0	3.1	3.3	3.3	3.3	3.0	2.6	-0.7
Otros	2.8	3.0	3.2	3.6	3.7	3.9	4.0	4.1	1.1
<i>Total</i>	<i>76.3</i>	<i>52.2</i>	<i>53.3</i>	<i>61.1</i>	<i>65.9</i>	<i>71.6</i>	<i>76.7</i>	<i>82.3</i>	<i>1.8</i>
<i>Países en desarrollo</i>									
Asia									
Petróleo	16.1	30.2	30.7	33.5	38.9	45.8	53.8	61.9	3.0
Gas natural	3.2	6.9	7.9	9.0	10.9	15.1	18.6	22.7	4.5
Carbón	29.1	37.1	39.4	41.3	49.4	56.6	65.0	74.0	2.7
Nuclear	0.9	1.7	1.8	2.6	3.1	4.1	4.5	5.0	4.3
Otros	3.2	4.5	5.1	6.1	7.8	8.9	10.0	11.0	3.2
<i>Total</i>	<i>52.5</i>	<i>80.5</i>	<i>85.0</i>	<i>92.5</i>	<i>110.1</i>	<i>130.5</i>	<i>151.9</i>	<i>174.6</i>	<i>3.0</i>
Medio Oriente									
Petróleo	8.0	11.0	11.1	11.0	12.7	14.5	16.3	18.4	2.1
Gas natural	3.9	7.7	8.2	8.4	10.1	11.4	12.9	14.6	2.4
Carbón	0.8	1.1	1.1	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2.1
Nuclear	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	-
Otros	0.4	0.5	0.4	0.6	0.8	0.9	1.0	1.1	4.4
<i>Total</i>	<i>13.1</i>	<i>20.3</i>	<i>20.8</i>	<i>21.4</i>	<i>25.0</i>	<i>28.3</i>	<i>32.0</i>	<i>36.0</i>	<i>2.3</i>
África									
Petróleo	4.2	5.2	5.3	5.2	5.6	6.0	6.5	7.1	1.2
Gas natural	1.5	2.2	2.5	2.6	3.1	3.9	4.8	5.7	3.6
Carbón	3.0	3.7	3.8	4.4	4.5	4.9	5.4	5.9	1.8
Nuclear	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	1.1
Otros	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.2	1.2	1.2	1.9
<i>Total</i>	<i>9.3</i>	<i>11.9</i>	<i>12.4</i>	<i>13.3</i>	<i>14.4</i>	<i>16.1</i>	<i>18.0</i>	<i>20.0</i>	<i>2.0</i>
Centro y Sur de América									
Petróleo	7.7	10.6	10.5	11.0	12.2	13.7	15.3	17.4	2.1
Gas natural	2.2	3.6	3.8	4.2	5.3	7.0	9.5	12.6	5.1
Carbón	0.6	0.9	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.2	1.9
Nuclear	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6
Otros	3.9	5.9	5.6	6.3	6.5	6.9	7.1	7.5	1.2
<i>Total</i>	<i>14.4</i>	<i>21.0</i>	<i>20.9</i>	<i>22.7</i>	<i>25.2</i>	<i>29.0</i>	<i>33.4</i>	<i>39.0</i>	<i>2.6</i>
Total en Desarrollo									
Petróleo	35.9	56.9	57.6	60.7	69.3	79.9	91.9	104.8	2.5
Gas natural	10.8	20.4	22.4	24.2	29.5	37.4	45.8	55.6	3.9
Carbón	33.5	42.8	45.1	47.9	56.3	64.2	73.2	82.9	2.6
Nuclear	1.1	2.0	2.2	3.0	3.5	4.6	5.0	5.6	4.0
Otros	8.0	11.6	11.8	14.0	16.2	17.8	19.3	20.8	2.4
<i>Total</i>	<i>89.3</i>	<i>133.8</i>	<i>139.2</i>	<i>149.8</i>	<i>174.7</i>	<i>203.8</i>	<i>235.3</i>	<i>269.6</i>	<i>2.8</i>
Total del Mundo									
Petróleo	135.1	155.9	156.5	164.2	181.7	200.1	219.2	240.7	1.8
Gas natural	75.0	91.4	93.1	103.0	117.5	137.3	158.5	181.8	2.8
Carbón	91.6	93.6	95.9	100.7	110.9	119.6	128.1	139.0	1.6
Nuclear	20.3	25.5	26.4	27.8	29.1	30.3	29.9	28.6	0.3
Otros	26.4	32.8	32.2	37.6	41.5	44.5	47.3	50.0	1.9
<i>Total</i>	<i>348.4</i>	<i>398.9</i>	<i>403.9</i>	<i>433.3</i>	<i>480.6</i>	<i>531.7</i>	<i>583.0</i>	<i>640.1</i>	<i>1.9</i>

Fuentes: *History*: Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2001, DOE/EIA-0219(2001), Washington, DC.



Cuadro 5
Intensidad de Dióxido de Carbono por país y región, 1970-2025
(toneladas métricas equivalente de carbón por millón 1997, dólares U.S.)

Región / País	Historia						Proyecciones			Promedio Anual %	
	1990	2000	2001	2005	2010	2015	2020	2025	1970-2001		
Países Industrializados											
Norte América											
Estados Unidos	315	258	198	166	154	144	124	116	-2.0	-1.5	
Canadá	346	297	232	209	203	190	157	146	-1.6	-1.5	
México	183	225	253	213	212	193	169	161	0.5	-1.1	
Europa occidental											
Reino Unido	223	191	143	104	95	88	77	73	-2.4	-1.5	
Francia	146	132	79	68	61	55	49	48	-2.4	-1.4	
Alemania	233	194	144	98	90	83	70	67	-2.8	-1.5	
Italia	133	120	105	96	89	84	72	67	-1.0	-1.5	
Nederland	213	211	181	158	142	134	111	101	-1.0	-1.9	
Asia industrializada											
Japón	125	105	73	72	69	65	59	57	-1.7	-1.0	
Australia/Nueva Zelanda	323	216	210	199	189	180	155	148	-1.5	-1.2	
EE/FSU											
Unión Soviética	897	977	1,027	1,000	1,012	862	691	621	0.4	-2.0	
Europa oriental	975	1,013	864	518	430	380	291	261	-2.0	-2.8	
Países en desarrollo											
Asia											
China	2,646	2,241	1,445	693	555	506	400	363	-4.2	-2.7	
India	471	538	571	480	425	386	313	285	0.1	-2.1	
Corea del Sur	255	282	215	217	185	169	147	137	-0.5	-1.9	
Medio oriente											
África	364	410	608	610	545	520	463	442	1.7	-1.3	
Centro y sur de América	352	380	442	373	341	303	268	254	0.2	-1.6	
Total del Mundo	302	276	241	202	190	180	161	154	-1.3	-1.1	

Fuente: *History*: Derived from Energy Information Administration (EIA), International Energy Annual 2001, DOE/EIA-0219 (2001) (Washington, DC, February 2003), web site <www.eia.doe.gov/iea/>. *Projections*: EIA, System for the Analysis of Global Energy Markets (2003).

