



Electricidad y medio ambiente

Iniciativa en términos del artículo 13 del ACAAN

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte

6

Documento de antecedentes

Evaluación de obstáculos y oportunidades para la energía renovable en América del Norte

Preparado por:

Profesor William R. Moomaw
Escuela Fletcher, Universidad de Tufts

Fecha:

Mayo de 2002

Este documento de antecedentes se preparó para el Secretariado de la CCA, en apoyo a la iniciativa sobre “Electricidad y Medio Ambiente” elaborada conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte. Estos materiales de antecedentes tienen la intención de estimular la discusión y alentar los comentarios del público, así como del Consejo Consultivo sobre Electricidad y Medio Ambiente, además de proveer información para el Simposio del 20-30 de noviembre de 2001 sobre el “Dinámico mercado de electricidad de América del Norte”. Las opiniones, perspectivas u otras informaciones contenidas aquí no reflejan necesariamente los puntos de vista de la CCA, Canadá, México o Estados Unidos.

Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte
393, rue Saint-Jacques Ouest, Bureau 200
Montreal (Quebec) Canadá H2Y 1N9
Tel: (514) 350-4300; Fax: (514) 350-4314
Correo-e: info@ccemtl.org
<http://www.cec.org>

© Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, 2002

“Las tecnologías de la energía renovable incrementarán cada vez más su competitividad frente a las tecnologías energéticas tradicionales en las siguientes décadas, gracias a la mejoría continua en su rendimiento y costo, así como al cada vez mayor reconocimiento de sus ventajas ambientales, económicas y sociales, de suerte que para mediados del siglo XXI, la energía renovable, en sus distintas formas, estaría satisfaciendo la mitad de las necesidades energéticas del mundo.”

*Agencia Internacional de Energía (AIE),
Grupo de Trabajo sobre Energía Renovable, abril de 2001.*

Resumen ejecutivo y recomendaciones

Las fuentes renovables de energía pueden tener una contribución sustancial en la oferta total de electricidad en América del Norte, en los combustibles para el transporte basados en biomasa y en los combustibles para calefacción ambiental y de agua en edificios e industrias. Ambas opciones tecnológicas son posibles: las formas distribuidas de energía renovable y la tecnología central a gran escala. La manufactura, instalación y mantenimiento de la tecnología renovable puede crear considerables oportunidades de empleo en América del Norte. Tanto la energía eólica como los combustibles de biomasa podrían coadyuvar en gran medida a fortalecer el desarrollo económico rural en los tres países.

Las tasas de crecimiento de las energías eólica y solar, en todo el mundo, son las más aceleradas en comparación con otras tecnologías. Las instalaciones de poder eólico se han duplicado cada tres años entre 1994 y 2001, y hoy producen más de 23,000 MW (Brown, 2002, Sawin, 2001). Asimismo, la generación fotovoltaica se ha duplicado en una tasa comparable entre 1996 y 2001, y ahora se acerca a los 400 MWp. Estas tasas de crecimiento parten de una base pequeña, pero exceden ampliamente cualquier otra forma de tecnología energética. Desafortunadamente, la participación de América del Norte en este creciente mercado de tecnología renovable tiene una tendencia a la baja.

Para que la energía renovable despliegue todo su potencial hará falta que las tres naciones de América del Norte allanen diversos obstáculos políticos y se concilien los marcos comerciales nacionales con las normas del TLCAN. También es esencial adoptar una perspectiva a largo plazo para expandir el papel de la energía renovable en América del Norte en las próximas décadas. El examen de las políticas exitosas sobre energía renovable en América del Norte y en Europa sugiere que algunas de las siguientes metas y opciones podrían ser efectivas para acelerar la adopción de tecnologías de energía renovable.

Principios de política general para promover la tecnología renovable

- Establecimiento de un sistema integral y coherente de verificación de la producción y el consumo de energía renovable en cada país.
- Creación de una estrategia común y coordinada, para introducir recursos renovables en América del Norte, y para identificar vías a través de las cuales podrían cooperar las tres naciones.
- Incluir el costo ambiental, social y macroeconómico de la energía en los precios de mercado de la misma.

- Establecer políticas coherentes, a largo plazo, e incentivos hacia los recursos renovables, de manera que los inversionistas tengan una mayor certidumbre sobre las tasas de los dividendos de sus inversiones.
- Ajustar las Normas sobre Cartera de Renovables (*Renewable Portfolio Standards, RPS*) y otras normas nacionales y del TLCAN con objeto de que sean coherentes y alentadoras de la energía renovable.

Establecer incentivos para los renovables

- Los incentivos para atraer la demanda, entre ellos las tarifas estables o el cambio en los precios relativos, son en general más efectivos que las estrategias de impulso a la oferta por medio del desarrollo de la tecnología.
- Impulsar la compra de tecnología renovable, por medio de créditos fiscales a su instalación y uso y eliminación de los impuestos sobre venta y propiedad de tecnología renovable o infraestructura.
- Establecer normas sobre cartera de renovables para las plantas de generación, los combustibles los edificios, con un incremento paulatino en el porcentaje de renovables requeridos.

Electricidad renovable

- Eliminar los obstáculos para que las fuentes distribuidas usen la red de distribución, abriendo el sistema de transmisión y distribución a todos los productores, independientemente de su volumen.
- Desarrollar nuevas políticas ambientales que alienten a las compañías a reemplazar las tecnologías actuales contaminantes con recursos limpios, a fechas futuras específicas, en lugar de atarlas a las viejas tecnologías al requerirles su modernización parcial a corto plazo para cumplir con las normas de contaminación vigentes.
- Incentivos fiscales para la producción de electricidad, los cuales son más efectivos, en la mayoría de los casos, que los créditos fiscales para las inversiones.

Combustibles de biomasa

- Impulsar al desarrollo de combustibles de biomasa, con las medidas adecuadas de protección ambiental.
- Evitar dar trato preferencial a una fuente de biomasa particular.
- Esforzarse por desarrollar combustibles líquidos con base en celulosa, con objeto de tener más opciones y mayores rendimientos de los combustibles de material vegetal.

Políticas económica y social

- Utilizar biomasa y viento como medios de promover el desarrollo rural y la creación de empleos.
- Promover la manufactura conjunta de plantas solares fotovoltaicas (FV) y de tecnología térmica solar entre Estados Unidos y México.
- Desarrollar la manufactura y aprovechamiento de oportunidades en materia de energía eólica entre Estados Unidos, México y Canadá.

- Desarrollar políticas de transición para corregir cualquier desarticulación que pueda generarse por el cambio de las fuentes de energía tradicionales hacia las renovables.

Investigación y desarrollo y compras

- Crear incentivos para la investigación y el desarrollo en renovables por parte del sector privado.
- Orientar el gasto gubernamental en investigación y desarrollo hacia la resolución de problemas de los sistemas y ocuparse de cuestiones tecnológicas que difícilmente atraen la atención del de las compañías del sector privado.
- Expandir los presupuestos gubernamentales nacionales y subnacionales para la compra de electricidad, combustibles y calefacción generados por recursos renovables.

Introducción

Es muy grande el potencial tecnológico y económico para que la energía renovable contribuya en las próximas décadas con una creciente proporción de energía limpia y segura en América del Norte. En el sector del transporte un programa bien diseñado sobre combustibles de biomasa, en combinación con mejoras en la eficiencia, podría reducir sustancialmente la abrumadora dependencia de 97 por ciento que América del Norte tiene respecto del petróleo. Este cambio reduciría el riesgo de un abastecimiento inestable de fuentes externas, protegería contra las crisis en los precios y haría descender la acelerada competencia internacional por el petróleo en momentos en que la producción global de crudo alcance su capacidad máxima en algún momento de las próximas décadas. En el sector del servicio eléctrico, están disponibles ya tecnologías distribuidas de generación eólica, geotérmica, solar y en pequeña escala, la hidráulica y la de biomasa. En cuanto a las tecnologías de generación centralizada en gran escala, las fuentes hidráulica, eólica, biomasa y geotérmica, también pueden proveer opciones significativas a los combustibles fósiles y a las plantas de poder termonuclear. Ambas tecnologías de energía renovable, las distribuidas y las centralizadas, están disponibles en muchas áreas con precios cada vez más competitivos. Los edificios no sólo pueden construirse con mayor eficacia, sino tener la ventaja de aplicar tecnología solar activa y pasiva, para la producción de energía eléctrica integrada, calefacción del espacio y enfriamiento y calentamiento de agua. La adopción creciente de tecnologías de energía renovable reduciría también la contaminación del aire, los riesgos de cambio climático; ayudaría a resolver los problemas del enfriamiento del agua de las plantas hidroeléctricas así como el daño a los cuerpos de agua debido a la extracción de combustibles fósiles. Estas tecnologías también disminuirían los disturbios del suelo ocasionados por la extracción de carbón, la perforación de pozos en busca de petróleo y gas y las inundaciones debidas a la generación a gran escala de energía hidráulica. El desarrollo de una industria de energía renovable en América del Norte crearía asimismo más empleos que los que podrían perderse de la economía tradicional, aunque hay importantes aspectos de la transición que deben abordarse (Barret y Hoerner 2002).

A pesar de los múltiples beneficios de una expansión de la tecnología renovable, su introducción se está frenando por normas que la mantienen en desventaja con respecto a las tecnologías convencionales existentes. Hay amplias oportunidades de cambiar la legislación y las normas que bloquean la tecnología renovable en los tres países de América del Norte por políticas coherentes que aceleren su adopción. La cooperación entre los miembros del TLCAN, aceleraría posteriormente la transición hacia una utilización mayor de la tecnología renovable para proporcionar los servicios energéticos esenciales. Muchas de estas tecnologías pueden necesitar también alguna forma de incentivo financiero para solventar los costos debidos a la transición hacia este nuevo tipo de sistema de energía. A principios del siglo pasado, no sólo se proporcionaron incentivos similares para crear nuestro sistema energético presente, sino que muchos subsidios continúan apoyando directa o indirectamente las tecnologías energéticas y los sistemas actuales.

Para los propósitos de este análisis, las tecnologías que utilizan cualquiera de las siguientes fuentes de energía se considerarán como renovables: las formas distribuida y centralizada de la energía eólica, la biomasa y la energía geotérmica, la quema en pequeña escala o la conversión de biomasa en combustibles líquidos o gaseosos (entre ellos los combustibles para transportación etanol y metanol), geotermia y la hidroelectricidad en pequeña escala, por debajo de 50MW. La energía hidráulica a gran escala también es renovable; ésta juega un papel importante en América del Norte, e involucra políticas de muy diferentes temas. Por ello, este reporte no incluye una discusión profunda sobre la energía hidráulica a gran escala.

La reunión de la CCA del 18 de febrero del 2002 propuso una leve modificación de la definición general de la energía renovable, que es la siguiente:

Energía renovable es toda fuente de energía para la cual la tasa en que está disponible a perpetuidad excede la tasa con que se consume (Martínez, 2002).

Puesto que todas las fuentes de energía tienen costos económicos y ambientales, una de las tareas de las sociedades democráticas, que recae en sus gobiernos y en los mercados que ellos alientan, es la de determinar qué fuentes de energía adoptarán.

Uso de la energía renovable: situación actual en América del Norte

Canadá

Canadá es un productor importante de combustibles fósiles que proveen aproximadamente tres cuartas partes de sus necesidades energéticas, además de considerables exportaciones (IRM, 2000). Canadá ocupa un primer lugar mundial en la producción de hidroelectricidad en gran escala, de la que obtiene 11 por ciento de sus necesidades. La disponibilidad actual de estos recursos hace que Canadá tenga uno de los más bajos costos de abastecimiento energético en el mundo. Además, hay en Canadá más de 500 proyectos de hidroelectricidad en pequeña escala de menos de 50 MW cada uno, que se consideran dentro de la definición de recursos renovables distribuidos. (PTEP 2002)

La mayor fuente de energía renovable de Canadá, después de la hidroelectricidad a gran escala, es la de biomasa, que suma seis por ciento de la energía total del país (PTEP 2002). La extensa industria de papel y pulpa canadiense es la mayor consumidora de energía de biomasa, y generalmente cubre un impresionante 54 por ciento de sus necesidades energéticas (calor y electricidad) a partir de los desperdicios forestales (APFC 2002). Este esfuerzo reduce considerablemente la contaminación del aire y el agua derivadas de las anteriores prácticas de disposición de residuos de la silvicultura, así como el desplazamiento de los combustibles fósiles, que de otra manera se quemarían.

Pequeñas cantidades de energía eólica, combustibles de etanol, energía geotérmica y solar proveen menos del uno por ciento de la que usa comúnmente Canadá. Las

cantidades de producción geotérmica y solar son demasiado pequeñas para que figuren en los cuadros normales de datos. El uso de la energía eólica es pequeño pero está en crecimiento (PTEP 2002).

Canadá tiene un potencial de energía eólica que excede sustancialmente el consumo actual de electricidad de la nación. Ese potencial está principalmente en las provincias de la llanura central y a lo largo de la costa atlántica. De acuerdo con la *Canadian Wind Association*, están en operación en Canadá turbinas de viento con una capacidad aproximada de 136 megawatts (MW). Estas turbinas producen aproximadamente 30 millones de kilowatts-hora (kWh) de electricidad anualmente, suficientes para 37,000 hogares canadienses. Hay proyectos para expandir la energía eólica hasta cerca de 200 MW, aunque parte de este crecimiento pudiera no completarse sino hasta dentro de 10 años. Los dos proyectos mayores se localizan en Quebec, uno de 57 MW en Cabo Chat y otro de 43 MW en Matane. Se espera que el sitio anterior llegue a crecer hasta 100 MW. El gobierno de Quebec ha recomendado que se lleguen a producir 450 MW con poder eólico durante los próximos nueve años. A estas dos instalaciones les siguen en escala dos proyectos en Alberta, de 40 MW cada uno y en Cowley y Pincher Creek. La instalación de Cowley opera ya a una capacidad de 19 MW. Un proyecto de 5 MW se está instalando en la Isla Príncipe Eduardo en Cabo Norte para aprovechar la ventaja del viento potencial a lo largo de la costa del Atlántico. (AEECAN 2002).

Un desafío para el desarrollo a gran escala de los proyectos eléctricos eólicos en el oeste de Canadá y de Estados Unidos, es que los recursos eólicos de las praderas están lejos de los centros industriales y de población. Llevar este recurso de viento “gratuito” al mercado implica desarrollar largas líneas de transmisión, lo que le agrega un costo económico y ambiental. Sin embargo, este problema no es diferente al que enfrentaron muchos proyectos hidroeléctricos a gran escala en el pasado, los cuales superaron este desafío de la ubicación. La ventaja de utilizar pequeñas porciones de tierra cultivada para producir simultáneamente electricidad a partir del viento, los granos, el ganado y los combustibles de alcohol celulósico podría elevar considerablemente el nivel de vida de las regiones agrícolas rurales.

Se han instalado un gran número de pequeños proyectos eólicos en remotos sitios rurales, entre ellos Yukón. Se desarrolló recientemente un sistema híbrido diesel-eólico, que no requiere almacenamiento de electricidad y que tiene un potencial para triplicar el mercado del viento para las comunidades aisladas (AEECAN 2002).

México

De los tres países, México es el que tiene los programas de energía renovable menos desarrollados comercialmente; sin embargo, la biomasa llena una significativa porción de la economía informal en muchas partes del país. La leña representa un cuatro por ciento de la energía que utiliza México (IRM 2000, Secretaría de Energía 2002). El contar con recursos abundantes de petróleo y gas natural, en relación con su demanda, ha hecho que su exploración de los recursos potenciales renovables apenas haya comenzado. La escasez de agua para la producción de energía eléctrica y, en particular, para refrigeración, especialmente a lo largo de la región fronteriza con Estados Unidos,

significa un incentivo adicional (Conae 2002). Siendo la nación más al sur de entre los socios del TLCAN, México se beneficia con un sol pródigo, pero los tres tienen un considerable potencial solar. También hay un potencial eólico significativo y la biomasa de la caña de azúcar es un recurso renovable adicional prometedor. Estando México en una región volcánica, tiene también un potencial de energía geotérmica. La capacidad que se ha desarrollado ya es equivalente a un tercio, aproximadamente, del de Estados Unidos, y provee dos por ciento de su electricidad total (IRM 2000).

Aunque los recursos hídricos son escasos, existen aún oportunidades significativas para la hidroelectricidad en algunas regiones de México. Está ya en operación capacidad hidroeléctrica a gran escala, en exceso de 9000 MW, y hay 34 sitios desarrollados a pequeña escala con una capacidad de 109 MW. Se estima que hay un potencial para alcanzar los 3250 MW con instalaciones que produzcan menos de 10 MW cada una (Conae 2002).

México tiene un gran potencial eólico, pero poco desarrollado. Se planea aumentar en Oaxaca la producción de 1.6 MW a 54 MW. México ha identificado muchos sitios con viento de alta calidad en Baja California, Tehuantepec, Yucatán, en las regiones central y norte y a lo largo de la costa. El viento contribuye actualmente con una cantidad modesta a la red eléctrica de México pero hay propuestas para expandir la capacidad de generación eólica a 5000 MW en el año 2010 (Conae 2002a).

La biomasa comercial todavía no es un factor primordial en México, aunque cerca de 88 petajulios de bagazo se utilizan como combustible en ingenios azucareros. Se piensa que hay un potencial de 3000 GWh de biomasa en México (Secretaría de Energía 2000).

Parece que el mayor uso de energía solar en México, actualmente, es la calefacción de agua. Hay alrededor de 50 fabricantes, y en 1999 se instalaron 35,000m² de paneles para calentar agua (Conae 2002b; ANES 2001). Se están aplicando programas para llevar electricidad fotovoltaica solar a regiones lejanas, inaccesibles a la red. Se estima que 5 millones de personas viven en áreas sin acceso a la red eléctrica. Se han instalado a la fecha aproximadamente 35,000 sistemas de 50-75 watts. Lo interesante es que esos sistemas se han usado mayormente para proveer energía a micro empresas tales como talleres de costura y carpinterías, por lo que mejoran significativamente la economía rural. Para 1999, se habían instalado en México sistemas fotovoltaicos de 12.9 MW (Conae 2002c; ANES 2001). El Laboratorio Nacional Sandía, en EU, está trabajando para llevar electricidad fotovoltaica adicional a México, por fuera de la red.

Hay ya en México, un número significativo de fabricantes de paneles solares, y debido al éxito del sistema de manufactura de las maquiladoras hay el potencial para expandir en México este esfuerzo y que llegue a convertirse en el mayor manufacturero de ambos sistemas, fotovoltaicos y térmicos. Los bajos costos laborales y la gran cantidad de mano de obra requerida por unidad podría proporcionar a México una ventaja significativa en la competencia. Trabajar en estrecha cooperación con los principales fabricantes de estas tecnologías en Estados Unidos y usar las oportunidades que ofrece el TLCAN podría proveer beneficios importantes a ambos países y para la industria de energía renovable. La tecnología solar podría ser fabricada para los dos mercados, el nacional y el de exportación, a Europa, Asia, África y al resto de América Latina.

Estados Unidos

El abasto energético de Estados Unidos descansa fuertemente en los combustibles fósiles, que suman 87 por ciento del consumo total. Estados Unidos es el segundo productor de petróleo más grande del mundo, pero debido a la enorme flota de vehículos ineficaces, se ha visto obligado por más de una década a importar más de la mitad del petróleo que utiliza (IRM 2000). Se estima que en 2001, Estados Unidos consumió 126 mil millones de galones de gasolina y 38 mil millones de galones de combustible diesel en el sector del transporte (AIE 2002). Igualmente, es uno de los pocos países en los que más de la mitad de la generación de energía eléctrica depende del carbón. Al mismo tiempo es el segundo país, después de Canadá, en la producción hidroeléctrica a gran escala, la cual suma el 10 por ciento de la energía eléctrica de Estados Unidos (IRM 2000).

La mayor fuente de energía renovable después de la hidroeléctrica a gran escala en Estados Unidos proviene de la biomasa y de los desechos sólidos municipales. Juntos, generan aproximadamente 3 por ciento de la energía de Estados Unidos que sumado al metano de los rellenos sanitarios proporciona combustible suficiente para alcanzar el uno por ciento de la producción eléctrica de Estados Unidos (IRM 2000; AIE 2002). La industria de pulpa y papel actualmente consigue 55 por ciento de sus requerimientos energéticos utilizando combustible de biomasa derivado de los desperdicios forestales (Jorling 2002).

Hay también una industria de tamaño considerable de combustibles para motores movidos por etanol, que se deriva principalmente de la fermentación del almidón de maíz y azúcares. En 2001, el etanol en gasolina sumaba aproximadamente mil millones de galones, alrededor de 0.8 por ciento de la producción total de gasolina. Se utilizan alrededor de 3 mil millones de galones adicionales para producir un aditivo oxigenado en la producción de una gasolina reformulada que reduce la contaminación del aire durante su combustión (EIA 2002). La captura de metano de los rellenos sanitarios para uso en pequeñas turbinas generadoras de electricidad, es una forma de usar el desperdicio de biomasa aún pequeña, pero en crecimiento.

California inició la mudanza global para desarrollar energía eólica después de la sacudida de los precios de la energía en la década de 1970. Al término de la década de 1980, había producido más de 1500 MW de capacidad eólica que constituían 90 por ciento de la energía eólica global. Pero debido a los cambios de política, este esfuerzo se frenó y desde entonces la capacidad que se ha agregado hasta ahora es muy pequeña. Sin embargo, las modificaciones a la legislación nacional realizadas en la década de 1990, han producido un rápido crecimiento en la generación eólica, y se calculó que Estados Unidos alcanzó, a finales de 2001, una capacidad eólica de 4150 MW. Esto significa alrededor de la mitad de la capacidad de Alemania, el mayor líder mundial, cuya producción ahora suma cerca de un tercio de la cantidad global total. Estados Unidos, como Canadá, tiene mayor potencial eólico que el que necesita para satisfacer su demanda actual de electricidad. Mucho del recurso del viento se localiza en los estados de las Grandes Llanuras, en la franja de Dakota del Norte hasta Texas, con recursos adicionales a lo largo de la costa nordeste. Gran parte de las nuevas capacidades se han

agregado en estados como Texas y mucho más amplias se planean para algunos estados de las planicies del norte. La instalación de grandes turbinas eólicas en terrenos agrícolas privados ha representado una mejoría importante en los ingresos en las zonas rurales. Se planea construir en la costa del Cabo Cod, Massachusetts, una instalación eólica que sería la mayor del mundo fuera de costa, y que sumaría 420 MW (Sawin 2001).

California es el mayor productor de energía geotérmica en Estados Unidos, país que encabeza en el mundo, al generar aproximadamente un tercio de la producción geotérmica global (IRM 2000).

Políticas de energía renovable en América del Norte: ¿qué se ha intentado?, ¿cómo ha funcionado?

Canadá

En Canadá, gran parte de la política energética se elabora a escala provincial. Sin embargo, el gobierno federal ha puesto en práctica gran número de políticas y otorga incentivos fiscales y de otro género para alentar el desarrollo de la energía renovable. El gobierno canadiense también se ha comprometido a comprar 13 millones de kWh de electricidad eólica en un periodo de diez años, y se ha comprometido a disminuir las emisiones de gases con efecto invernadero a través de métodos eficientes y de la utilización de combustibles más limpios y de energía renovable (RNCAN 2001).

En el sector eléctrico, el gobierno otorgará un incentivo para instalaciones de producción eólica que inicien operaciones entre el 31 de marzo de 2002 y el 1 de abril de 2007. El incentivo durará los primeros diez años de operación y comenzará con una tasa de 1.2 centavos por kWh, disminuyendo paulatinamente hasta 0.8 centavos por kWh. Se espera que el programa de incentivos a la producción tenga un costo de C\$260 millones en un periodo de 15 años. El gobierno canadiense también se ha comprometido a comprar electricidad generada por renovables. (AEECAN 2002).

La Iniciativa para el fomento de la energía renovable, (IFER) (*Renewable Deployment Initiative* REDI) es un programa de seis años a partir de 1998 para impulsar el uso de sistemas de calentamiento de agua y calefacción usando actividad solar y combustión eficaz de biomasa. A las empresas elegibles, se les reembolsa 25 por ciento, hasta un máximo de C\$80,000, del precio de compra de los sistemas que califiquen. Está disponible un total de C\$24 millones para ello. El ministerio de Recursos Naturales de Canadá también otorga incentivos para esos tipos de sistemas a los departamentos federales y a las instituciones públicas (IFER 2002).

La Iniciativa para el fomento de la energía renovable también concede subsidios para el desarrollo de sistemas híbridos en comunidades alejadas. La agencia pagará hasta 40 por ciento y hasta la suma de C\$80,000 del precio de sistemas fotovoltaicos (IFER 2002).

El gobierno canadiense también patrocina con cantidades modestas la investigación y desarrollo de renovables a través de su Programa de Tecnologías de Energía Renovable

(PTER) (*Renewable Energy Technologies Program, RETP*). Esto se hace sobre todo a través de compartir costos y asistencia técnica a un nivel de C\$8 millones por año (PTEP 2002).

El gobierno canadiense ha estimulado la producción de combustibles con base en biomasa, desde 1992, al otorgar exención fiscal a los combustibles etanol y metanol producidos completamente con biomasa. Un gran número de compañías canadienses está laborando para expandir la producción de biocombustibles. Columbia Británica es la única provincia que ha decretado unas Normas sobre Cartera de Energía Renovable, sin embargo, Nueva Escocia ha iniciado un esfuerzo voluntario para impulsar a los productores de energía independientes a que transformen en renovables 2.5 por ciento de sus nuevas instalaciones energéticas (GOC 2002).

México

La investigación realizada en México demuestra la necesidad de desarrollar fuentes más limpias de generación de energía eléctrica y vehículos más limpios, para reducir los altos niveles de contaminación del aire en la Ciudad de México y en otras regiones urbanas. Los renovables no sólo ayudarían a reducir la contaminación del aire urbano, sino también a disminuir la lluvia ácida y a bajar las emisiones de gases con efecto invernadero. El optar por una vía energética sustentable en una fase temprana podría ser extremadamente ventajoso para el desarrollo económico de México a largo plazo (Manzini y Martínez 1999).

La legislación energética de México ha sido revisada recientemente con objeto de incrementar la cantidad de electricidad distribuida que puede incorporarse a la red eléctrica, pero ello se ha limitado a los pequeños productores. Los objetivos estratégicos del Programa Nacional de Energía de México para el periodo de 2001 a 2006 incluye un incremento en la eficacia de los sistemas convencionales de energía y una expansión de renovables. Un obstáculo importante para la penetración de la tecnología de energía renovable en México, es el elevado subsidio que recibe la electricidad convencional por parte del gobierno, y, actualmente, se lleva a cabo una discusión sobre cómo modificar ese asunto que políticamente es tan escabroso (Secretaría de Energía 2002; Sandía 1998).

El obtener financiamiento para proyectos de energía renovable en México, sigue siendo un problema. Hay la necesidad de crear un marco legal que atraiga inversiones para que la tecnología renovable tenga acceso a financiamientos convencionales. Los renovables también podrían promoverse por medio de incentivos que faltan actualmente, como beneficios fiscales y el establecimiento de normas sobre Cartera de Energía Renovable. El fijar precios a largo plazo para favorecer los renovables y la creación y certificación de mercados de energía ecológica estimularían también la inversión tanto nacional como foránea en renovables (De Buen 2002).

Estados Unidos

La Ley sobre Reformas a las Políticas de las Empresas de Servicios Públicos de 1978 abrió el mercado eléctrico de Estados Unidos a la producción de pequeña escala

(instalaciones de energía renovable de hasta 80 MW cada una) a productores de energía independientes. La Ley de Política Energética de 1992 creó un crédito fiscal a la producción, de 1.5 centavos por kWh (ajustado a la inflación) para los primeros 10 años de electricidad eólica generada. Este beneficio fiscal se aplica sólo a proyectos instalados antes de terminar 2001, y se está considerando una extensión para proyectos adicionales. Se estima que el monto en 1998 fue de \$20 millones. Otros créditos fiscales se han otorgado a generadores de propiedad pública para producir energía eólica, de biomasa y metano de los rellenos sanitarios. En California se utilizaron inicialmente los créditos fiscales a la inversión, pero se encontró que eran menos efectivos en su impulso a la generación de energía eléctrica renovable que los créditos fiscales a la producción (Sawin 2001).

La reestructuración de los servicios eléctricos encierra una promesa importante en cuanto a la incorporación de energía renovable en los sistemas de producción eléctrica de Estados Unidos. La legislación nacional se ha frenado, pero en gran número de estados se están aplicando ahora algunos aspectos de la reestructuración.

Los estados que han reestructurado sus sectores de energía eléctrica han aplicado varias normas para promover la energía renovable. Estas incluyen los fondos otorgados a los recursos renovables que se recogen a través de un Cargo para Beneficio del Sistema (*System Benefits Charge, SBC*) para subsidiar los altos costos de las instalaciones eólicas, solares y de otras energías renovables así como de carteras de energía renovable, exenciones de impuestos sobre las ventas, para compras de tecnología renovable, exenciones fiscales sobre la propiedad, depreciación acelerada y préstamos subsidiados. Un total de trece estados tiene ya un Sistema de Cargos para Beneficio del Sistema que en algunos casos puede también auspiciar energía renovable. Actualmente diez estados tienen normas sobre cartera de energía renovable con mínimos específicos de la capacidad instalada adicional que debe corresponder a energía renovable. Un beneficio para los usuarios de energía solar a pequeña escala, residencial y comercial, es un sistema de medidores que permite que el superávit de energía pueda ser vendido en la red. Se está considerando actualmente el reinstalar los tipos de créditos fiscales federales y estatales para compra de tecnología renovable que fueron comunes en las décadas de 1970 y 1980 (Sawin 2001; AIE 2002).

Algunos productores de energía renovable han creado una estrategia de precios ecológicos que permite a los clientes pagar una prima por la electricidad producida con recursos renovables. El costo tiene una gama entre 1 a 5 centavos por kWh. Un sistema de “etiquetas ecológicas” transferibles permite a la clientela que no recibe servicios de energía renovable generar una capacidad de pago que sufraga las primas ecológicas para productores de energía ecológica en otra parte del país. Aunque el avance ha sido pequeño, se estima que se han agregado aproximadamente 100 MW de energía eólica al sistema energético de Estados Unidos, en años recientes. Al menos un productor de energía eólica aceptó donar los permisos de emisión de CO₂ a una organización no gubernamental como medio de asegurar a su clientela que los ahorros en la emisión de carbono no serán permutados en el futuro para compensar emisiones de generación fósil (ALPF 2002). Pueden encontrarse instituciones, universidades y empresas como

ejemplos adicionales de esfuerzos voluntarios por utilizar recursos renovables (TCI 2002).

En varias ocasiones, se han hecho pausas en la aplicación de los incentivos federales y estatales, además de que las regulaciones que los gobiernan han sufrido constantes cambios. Tecnologías prometedoras, como la generación de energía eléctrica térmico-solar no pudieron crecer en parte debido a que la legislatura de California no amplió oportunamente el beneficio fiscal, por lo que la compañía no pudo asegurar el financiamiento. Igualmente, los incentivos nacionales se dejaron de aplicar en varias oportunidades, sólo para aplicarse meses más tarde de modo retroactivo. Ello condujo a un ciclo de auge y caída, y finalmente, a la eliminación de la mayor fabricante nacional de turbinas eólicas en EU (Sawin 2001).

La producción y embarque de paneles fotovoltaicos solares sigue en crecimiento en Estados Unidos, habiendo alcanzado 60 millones de watts pico durante 1999 y 75 en 2000. Sin embargo, la participación de Estados Unidos en el espacio global ha descendido de un primer lugar, con un 4 por ciento del mercado mundial, en 1996, a un segundo lugar (con 27 por ciento), detrás de Japón (Maycock 2002). Se estima que 70 por ciento de la producción de Estados Unidos se exporta a Europa y a países en desarrollo. Programas como el de la iniciativa del Millón de Tejados Solares promueven asociaciones, pero no el financiamiento para su aplicación. Algunos estados, entre ellos California y Maryland, proveen fondos para pagar parte de los mayores costos de la tecnología fotovoltaica. Estados Unidos es líder mundial en la instalación de tecnología eléctrica termo-solar, con más de 400 MW instalados. La instalación de sistemas solares de agua caliente ha descendido de sus cimas de la década de 1980, al expirar los créditos fiscales que tenía. La calefacción solar pasiva y el diseño para enfriamiento siguen mejorando, pero la construcción de instalaciones en Estados Unidos va rezagada y muy por detrás de Europa.

Para promover la adopción de etanol para combustibles, el gobierno federal exenta al etanol del impuesto de 5.4 centavos por galón cuando se agrega a la gasolina. Ello representa un subsidio de más de 725 millones anualmente, de acuerdo con la Administración para Información de la Energía. También se otorgan otros créditos fiscales a la producción (AIE, 2002).

El gobierno de Estados Unidos ha proporcionado un apoyo importante a la investigación y desarrollo de la energía renovable. De una cifra pico de \$EU700 millones para energía solar y de aproximadamente mil millones para todos los renovables a principios de los años 1980, los fondos para energía solar se estabilizaron en aproximadamente \$EU100 millones anuales, durante los últimos 20 años. El apoyo a la biomasa tiene un nivel comparable y está incrementándose, especialmente para el etanol, mientras que la investigación y el desarrollo de la energía eólica y geotérmica está apoyada con un nivel de \$40 millones por año, aproximadamente. Un 20 por ciento de crédito fiscal está disponible para “incrementar” la R&D de compañías privadas. Existen también algunas iniciativas privado-públicas para compartir costos (AIE 2002).

La energía renovable fuera de América del Norte: ¿hay lecciones por aprender?

Europa ha avanzado con determinación para promover la energía renovable en varios países. El viento es, por mucho, la fuente de energía que crece más rápidamente. De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (*Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC) la energía eólica ha incrementado su tasa anual a nivel mundial en más de 25 por ciento, desde 1995. Hacia finales del 2001, Alemania iba a la cabeza del mundo con una capacidad instalada de 8,000 MW, o sea un tercio del total global. Estados Unidos va en segundo lugar con 4,150 MW; España, en tercero con 3,300 MW; y Dinamarca en cuarto lugar con más de 2,300 MW. Dinamarca ahora produce más del 15 por ciento de su electricidad a partir de energía eólica, y hay estados dentro de Alemania que producen más del 20 por ciento. Las inversiones de Alemania en el viento apenas comenzaron en 1990, y ese país va en camino de lograr su meta de 22,000 MW para 2010. Estas tres naciones han establecido metas para la energía renovable e instituido sobrepuestos a largo plazo a la electricidad renovable generada. El nuevo gobierno danés, sin embargo, ha anunciado recientemente que está eliminando muchos de los apoyos que creó en su momento para establecer el programa. Dinamarca ahora manufactura más del 60 por ciento de todas las turbinas eólicas vendidas en el mundo, seguido por fabricantes de Alemania y España (Brown 2002; Janet Sawin 2002; AIE 2002).

Alemania también va a la vanguardia en las compras fotovoltaicas por propietarios de edificios y residencias, con un programa de tejado solar de 100,000 unidades. El gobierno ofrece préstamos sin interés y un precio de garantía de 50 centavos por kWh de electricidad vendida a la red, por un periodo de 10 años. El programa comenzó en 1998, y probó ser tan popular, que al agregar 45 MW en 2000, el gobierno tuvo que poner límites al fondo por razones presupuestales (Instituto Worldwatch 2001).

La experiencia en Europa sugiere que una red puede acomodar con relativa facilidad hasta 20 por ciento de fuentes intermitentes renovables, sin necesidad de almacenamiento. Esto es posible gracias a los generadores actuales que proporcionan la capacidad extra necesaria para garantizar la seguridad del sistema. Para lograr una penetración mayor en particular de las energías eólica y solar, podría hacer falta una tecnología más avanzada de almacenamiento. Sin embargo, muchos opinan que falta mucho para llegar a ese punto.

Debido a que la industria forestal en Escandinavia tiene una estructura más o menos similar a la de América del Norte, también produce bastante más de la mitad de la energía que necesita de los desperdicios forestales. Otras fuentes de energía renovable en Europa son la de incineración de desperdicios sólidos municipales y una cantidad modesta de gas de rellenos sanitarios que se recupera.

El esfuerzo europeo está ligado tanto a la expansión de las fuentes de energía nacionales como a la reducción de emisiones de gases con efecto invernadero. Es interesante notar que los gobiernos europeos no hicieron grandes inversiones en investigación y desarrollo; en su lugar han utilizado la política de impulso a la demanda por medio de precios de

garantía más altos a largo plazo para la energía renovable. Otra lección de la experiencia europea es la estabilidad de las políticas a largo plazo, que da a los inversionistas una certeza de las reglamentaciones sobre los renovables que es más importante, tal vez, que los detalles mismos de esas políticas (Sawin 2001).

Los futuros de la energía renovable en América del Norte

América del Norte tiene el potencial para llegar a convertirse en líder mundial de la tecnología de energía renovable. El cambio tecnológico creará empleos para la población en cada una de las tres naciones y producirá tecnología para ambos mercados, el de la región de América del Norte y para exportación. (La producción y el uso de la energía puede convertirse en un proceso sustentable.)

Las empresas de Estados Unidos producen algunas de las tecnologías fotovoltaicas solares más avanzadas del mundo, pero la industria ha caído a un segundo plano detrás de Japón. Formar alianzas con México para producir paneles solares con mano de obra mexicana de bajo costo podría ser ventajoso para ambas naciones. Lo mismo podría ser cierto en relación con la manufactura de paneles térmicos solares intensivo en trabajo.

Otra tecnología en la cual podría haber una cooperación mayor entre las tres naciones es la del desarrollo de la tecnología de gasificación de biomasa. La creación de gasificadores integrados, combinada con sistemas de calefacción y de energía podría revolucionar el manejo tanto de los desperdicios agrícolas como de los forestales. También en la producción de etanol a partir de la celulosa, en lugar de sólo del maíz o del azúcar, abriría enormes porciones de las industrias agrícola y forestal a la producción de combustibles renovables para el transporte. El combinar la base de estos combustibles con el emplazamiento apropiado de turbinas eólicas en terrenos agrícolas podría proporcionar un ímpetu mayor al desarrollo rural en los tres países. Mejorar la electricidad eólica y solar para la iluminación, motores y bombas de agua en sitios alejados puede también mejorar sustancialmente la calidad de vida de la gente en esas regiones. La investigación sobre la conversión de biomasa en hidrógeno para poner en operación células de combustión beneficiaría también a los tres países. El combinar la base de estos combustibles con el emplazamiento apropiado de turbinas eólicas en terrenos agrícolas podría proporcionar un ímpetu mayor al desarrollo rural en los tres países. Mejorar la electricidad eólica y solar para la iluminación, motores y bombas de agua en sitios alejados puede también mejorar sustancialmente la calidad de vida de la gente en esas regiones. La investigación sobre la conversión de biomasa en hidrógeno para poner en operación celdas fotoquímicas de hidrógeno beneficiaría también a los tres países.

Canadá va al frente en la carrera por comercializar las celdas fotoquímicas de hidrógeno, tanto en la producción de electricidad como para los motores del transporte del siglo XXI. Con los grandes depósitos de gas y petróleo que hay en los tres países, se abre una amplia oportunidad para desarrollar opciones físicas para el secuestro de dióxido de carbono para ambos combustibles: de biomasa y de fósiles. La ventaja adicional de secuestrar carbono de la biomasa es que la producción de hidrógeno elimina el dióxido de carbono de la atmósfera.

Durante el año anterior, los gobernadores de Nueva Inglaterra y los primeros ministros del Este de Canadá (CGNI y P MEC 2001) declararon que era tiempo de establecer metas específicas orientadas al cambio climático:

- A corto plazo: estabilizar las emisiones de gases con efecto invernadero en los niveles de 1990 para 2010.
- A mediano término: reducir los niveles de gases con efecto invernadero 10 por ciento respecto de los niveles de 1990 para el 2020.
- A largo plazo: reducir las emisiones de gases con efecto invernadero entre 75 a 80 por ciento.

La energía renovable jugará un papel fundamental para alcanzar esas metas, junto con la mejoría en la eficacia energética en vehículos, edificios, aparatos, iluminación y procesos industriales.

Las fuerzas que se orientan al mejoramiento de la energía y al nivel de vida de todos los habitantes de América del Norte, con objeto de proporcionar un medio ambiente confortable, acceder a una economía más sólida y una seguridad nacional, dependen todas ellas de una aguda y amplia visión del papel que juega la energía renovable.

Conclusiones

¿Resulta factible que América del Norte pueda alcanzar la proyección propuesta por la Agencia Internacional de Energía (AIE,) y que la mitad de la energía del mundo provenga de fuentes renovables para 2050? ¿Es realmente posible que los Gobernadores de Nueva Inglaterra y Primeros Ministros del Este de Canadá cumplan con su meta propuesta de reducir eventualmente entre 75 y 80% la emisión de gases con efecto invernadero en el nordeste de América del Norte? Nada está garantizado, pero avanzar en esas trayectorias requerirá un esfuerzo conjunto para introducir más energía renovable en los tres países; desarrollar políticas que impulsen la adopción de tecnologías que usen recursos renovables; alentar los mercados que mejoren esas tecnologías con el tiempo e incrementar la cooperación entre los miembros del TLCAN.

Son muchas las oportunidades en los tres países para aumentar significativamente la cantidad de electricidad, calefacción y combustibles renovables. Hacerlo podría proporcionar considerables beneficios a cada país, en cuanto a seguridad de suministro (especialmente en el sector del transporte); reducción de la degradación de aire, agua y tierra, así como disminución significativa en la emisión de gases con efecto de invernadero que alteran el clima. Si todo esto se realiza apropiadamente, la expansión del uso de la energía renovable podría incrementar el empleo, propiciar el desarrollo económico y rural así como reducir el monto de los pagos al exterior.

Lograr el éxito en la creación de empleos con el cambio hacia los recursos renovables dependerá de la atención cuidadosa que se preste al apoyo de los trabajadores desplazados durante la transición, así como a los estímulos para los renovables a través de estímulos fiscales y reducciones, y que se asegure una adecuada asistencia a las industrias intensivas en energía durante esa transición (Barret y Hoerner 2002).

La tecnología de la energía renovable está ya disponible, pero su posición es desventajosa frente a las alternativas existentes basadas en combustible fósil. Ello se debe en parte a que el precio en el mercado de la tecnología renovable es más alto que el de los recursos convencionales. Sin embargo, rara vez la compra o el precio por operación de la energía refleja el verdadero costo social en términos de la contaminación del aire local, la lluvia ácida, el cambio climático, la perturbación de la tierra, la contaminación del agua así como los problemas económicos cíclicos y la pérdida de empleos causados por los altibajos en los precios de la energía. La energía renovable también provee una mayor seguridad nacional y económica y reduce las necesidades de protección militar de las lejanas fuentes de abastecimiento. A pesar de ser más alto el precio de compra inicial de la tecnología de generación con fuentes renovables, su costo de combustible es constante (o cero en muchos casos) lo que proporciona un seguro contra alteraciones económicas futuras.

Cada una de las tres naciones de América del Norte necesita cambiar un gran número de políticas entorpecedoras; asimismo, las leyes para el comercio nacional y subnacional y las normas del TLCAN necesitan conciliarse a fin de que la energía renovable cumpla con todo su potencial. Mientras tanto, han crecido las preocupaciones ante la posibilidad de que las normas estatales sobre cartera de energía renovable pueda entrar en conflicto con las normas del TLCAN; así pues, han surgido propuestas para resolver los conflictos potenciales (CCA 2001; Horlick 2001; UCC 2002). También es esencial adoptar una perspectiva a largo plazo para la expansión del papel de la energía renovable en América del Norte, en las siguientes décadas. Un examen del éxito de las políticas sobre energía renovable en América del Norte y Europa, sugiere que, para acelerar la adopción de tecnologías de energía renovable, algunas de las siguientes metas y opciones podrían ser efectivas:

Principios generales de la política para promover la tecnología renovable

- Establecer un sólido y amplio sistema de verificación de la producción y el consumo de energía renovable en cada país.
- Crear una estrategia común, coordinada, para introducir recursos renovables en América del Norte, e identificar vías a través de las cuales podrían cooperar las tres naciones.
- Incluir los costos ambiental, social y macroeconómico de la energía en los precios de mercado de la misma.
- Establecer políticas coherentes, a largo plazo, e incentivos hacia los recursos renovables, de manera que los inversionistas tengan una mayor certidumbre sobre las tasas de los dividendos de sus inversiones.
- Compaginar las normas sobre cartera de energía renovable con otras normas nacionales así como con las del TLCAN con objeto de que sean coherentes y alentadoras de la energía renovable.

Establecer incentivos para recursos renovables

- Incentivos para estimular la demanda, tales como los precios de garantía o los incrementos, son medidas generalmente más efectivas que las estrategias para impulsar la oferta de la tecnología.
- Impulsar la compra de tecnología renovable, por medio de créditos fiscales a su instalación y uso y eliminación de los impuestos sobre venta y propiedad de tecnología renovable o infraestructura.
- Establecer normas sobre cartera de renovables en la generación de energía eléctrica, los combustibles y los edificios, con un incremento paulatino en el porcentaje de renovables requeridos.

Electricidad renovable

- Eliminar los obstáculos para que las fuentes distribuidas usen la red de distribución, abriendo el sistema de transmisión y distribución a todos los productores, independientemente de su volumen.
- Desarrollar nuevas políticas ambientales que alienten a las compañías a reemplazar las tecnologías actuales contaminantes con recursos limpios, a fechas futuras específicas, en lugar de atarlas a las viejas tecnologías al requerirles su modernización parcial a corto plazo para cumplir con las normas de contaminación vigentes.
- Crear incentivos fiscales para la producción de electricidad, es más efectivo, en la mayoría de los casos, que otorgar créditos fiscales para las inversiones.

Combustibles de biomasa

- Impulsar al desarrollo de combustibles de biomasa, con medidas que salvaguarden el medio ambiente.
- Evitar dar trato preferencial a una fuente de biomasa particular.
- Esforzarse por desarrollar combustibles líquidos con base en celulosa, con objeto de tener de muchas más opciones y mayor rendimiento por material vegetal.

Políticas económica y social

- Utilizar biomasa y viento como medios de promover el desarrollo rural y la creación de empleos.
- Promover la manufactura conjunta de plantas fotovoltaicas solares y de tecnología térmica solar entre Estados Unidos y México.
- Desarrollar la manufactura y aprovechamiento de oportunidades en materia de energía eólica entre Estados Unidos, México y Canadá.
- Desarrollar políticas de transición para corregir cualquier desarticulación que pueda generarse por el cambio de las fuentes de energía tradicionales hacia las renovables.

Investigación y desarrollo, y compras

- Crear incentivos para la investigación y el desarrollo en renovables para el sector privado.

- Orientar el gasto gubernamental en investigación y desarrollo hacia la resolución de problemas de los sistemas y ocuparse de cuestiones tecnológicas que difícilmente atraen la atención del sector privado.
- Expandir los presupuestos gubernamentales nacionales y subnacionales para la compra de electricidad, combustibles y calefacción generados por recursos renovables.

Referencias

- AEECAN Asociación de Energía Eólica Canadiense (*Canadian Wind Energy Association*, CANWEA), <<http://www.canwea.ca/production.htm>>.
- AIE, 2002, Administración de Información Energética, EIA (*Energy Information Administration*, EIA) <http://www.eia.doe.gov/oil_gas/petroleum/info_glance/gasoline.html>.
- ALPF, 2002, Aire limpio, Planeta frío (*Clean Air Cool Planet*, CACP), <<http://www.cleanair-coolplanet.org>>.
- ANES, 2001, Asociación Nacional de Energía Solar A. C., *Estrategias para desarrollar el aprovechamiento de las energías renovables en México*.
- APFC, 2002, Asociación de Productos Forestales de Canadá, APFC (*Forest Products Association of Canada*, FPAC) <<http://www.cppa.org/english/info/work.htm>>.
- Barret, J.P. y Hoerner, J.A., 2002, *Empleos limpios e industria: Un acercamiento integral al cambio del clima y a la política energética*, Instituto de Política Económica y Centro para una Economía Sustentable.
- Brown, L. 2002, Instituto de Política del Planeta, Reporte de Energía Eólica descrito en el *Times* del Japón, 7 de enero de 2002.
- CCA, 2001 Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, “Retos y Oportunidades Ambientales en el Dinámico Mercado de Electricidad de América del Norte”, 22 de octubre de 2001.
- CGNI y P MEC, 2001, Conferencia de Gobernadores de Nueva Inglaterra y Primeros Ministros del Este de Canadá, (*Conference of New England Governors and Eastern Canadian Premiers*, CNEG y ECP,) <<http://www.cmp.ca/neg.htm>>.
- CONAE, 2002, Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, <<http://www.conae.gob.mx/renovables/minihidr.html>>.
- CONAE, 2002a, <<http://www.conae.gob.mx/renovables/eolica.html>>.
- CONAE, 2002b, <<http://www.conae.gob.mx/renovables/fotovoltaica.html>>.
- CONAE, 2002c, <<http://www.conae.gob.mx/renovables/fototermica.html>>.
- De Buen R., Odón 2002, “Mercado de Energía Verde en México: Antecedentes y Propuesta,” CONAE.
- DMEAN, 2002, Dinámico mercado de electricidad de América del Norte (*Renewable Energy Deployment Initiative*, REDI) <http://nrn1.rncan.gc.ca/es/erb/reed/progdesc_e.htm>.

- GOC, 2002, Gobierno de Canadá, GOC (*Government of Canada*, GOC).
<www.climatechange.gc.ca/english/whats_new/action_plan_renew.shtml>
- Horlick, G. Schuchardt, C. y Mann, H., 2001, “Las reglas del TLCAN y el sector de electricidad”, Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte, Montreal.
- Instituto Worldwatch, 2001, *Vital Signs, 2001*, W.W. Norton y Compañía, Nueva York.
- IRM, 2000. *World Resources 2000–2001*. Instituto de Recursos Mundiales, (*World Resources Institute, WRI*) Washington, DC.
- ITC, 2002, “Iniciativa de Tufts sobre el clima” (*Tufts Climate Initiative, TCI*)
<www.tufts.edu/tci>.
- Jorling, T., 2002, Entrevista, febrero del 2002.
- Manzini, F. y Martínez, M., “Utilización final de energía para planificar un futuro sustentable para México” (“*Using final energies to plan a sustainable future for Mexico,*”) *Energy* 24, 945-958.
- Martínez, M. 2002, “Observaciones rendidas en Montreal, Quebec” (*Remarks delivered at Montreal, Quebec*), Reunión de la CCA, 18 de febrero de 2002.
- Maycock, P. 2002, *PV News* de febrero.
- PTEP. 2002, Programa de Tecnologías de Energía Renovable (*Renewable Energy Technologies Program, RETP*)
<http://rncan.gc.ca/es/etb/cetc/cetc01/htmldocs/programs_ret_e.html>. También,
<<http://www.small-hydro.com>>.
- RNCAN, 2001, Recursos Naturales de Canadá (*Natural Resources Canada, NRCAN*)
<<http://www.nrcan.gc.ca/css/imb/hqlib/2001peiea.htm>>.
- Sandia, 1998, “Manual de mercado de las aplicaciones de la energía renovable en México” (“*Market Guidebook of Renewable Energy Applications in Mexico,*”) Oficina de los Laboratorios de la energía renovable nacional de Sandia, (*National Laboratories Renewable Energy Office*).
- Sawin, Janet, 2001, Tesis doctoral, “La Escuela Fletcher de Leyes y diplomacia” (*The Fletcher School of Law and diplomacy*), Universidad de Tufts, Medford, MA.
- Secretaría de Energía, 2002, <<http://www.energia.gob.mx>>.
- UCP, 2002, Unión de Científicos Preocupados, (*Union of Concerned Scientists*), autores: Scott Hempling y Nancy Rader, “Comentarios de la Unión de Científicos Preocupados a la CCA en respuesta a “Las reglas del TLCAN y el sector de electricidad” del 22 de octubre del 2001. Documento de trabajo titulado “Retos y

Oportunidades Ambientales en el Dinámico Mercado de Electricidad de América del Norte”

Agradecimientos

Deseo agradecer la asistencia de Helene M. Lawler de Canadá y Francisca Reyes, quienes me asistieron con la investigación para este documento. También tuve el auxilio de percepciones internas e información proporcionadas por el Prof. Manuel Martínez y del trabajo de mi ex estudiante de doctorado, Janet Sawin.