

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Energías renovables: evolución y objetivos en Estados Unidos y México

Documento de trabajo núm. 221



Julio 2016

www.diputados.gob.mx/cesop



CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

CESOP

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Información que fortalece el quehacer legislativo



CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

Información que fortalece
el quehacer legislativo



Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública

Organización Interna

Marcelo de Jesús Torres Cofiño
Director General

Enrique Esquivel Fernández
Asesor General

Netzahualcóyotl Vázquez Vargas
Director de Estudios Sociales

Ricardo Martínez Rojas Rustrian
Director de Estudios de Desarrollo Regional

Ernesto R. Cavero Pérez
Subdirector de Estudios de Opinión Pública

José Francisco Vázquez Flores
Subdirector de Análisis
y Procesamiento de Datos

Katia Berenice Burguete Zúñiga
Coordinadora Técnico

Felipe de Alba Murrieta
Rafael del Olmo González
Gabriel Fernández Espejel
José de Jesús González Rodríguez
Roberto Candelas Ramírez
Rafael López Vega
Salvador Moreno Pérez
Santiago Michele Calderón Berra
Heriberto López Ortiz
Rafael Eduardo Villarreal Ordóñez
Giovanni Jiménez Bustos
Investigadores

Luis Ángel Bellota
Natalia Hernández Guerrero
Karen Nallely Tenorio Colón
Erika Martínez Valenzuela
Ma. Guadalupe S. Morales Núñez
Elizabeth Cabrera Robles
Alejandro Abascal Nieto
Abigail Espinosa Waldo
Agustín Munguía Romero
Ricardo Ruiz Flores
Guillermina Blas Damián
Nora Iliana León Rebollo
Alejandro López Morcillo
Apoyo en Investigación

José Olalde Montes de Oca
Asistente Editorial

Claudia Ayala Sánchez
Corrección de estilo

Energías renovables: evolución y objetivos en Estados Unidos y México

Gabriel Fernández Espejel*
Julio de 2016

Resumen

El presente documento de trabajo parte de un recorrido conceptual por las energías renovables, que facilita su revisión en las leyes federales en Estados Unidos y México. Continúa con el análisis de los marcos legales que buscan una mayor participación de las fuentes verdes en la generación de energía y de electricidad. Finalmente, a fin de conocer su desarrollo y de comparar ambas naciones, se construyen diferentes variables con base en información oficial. El desempeño de estas variables constituye un acercamiento en la evaluación del camino que siguen en el cumplimiento de los objetivos que cada país se ha fijado.

Energías renovables: conceptos

El Departamento de Energía de los Estados Unidos de América señala que la energía renovable se caracteriza porque sus fuentes se regeneran, a diferencia de las fósiles, que son finitas. Entre las renovables, verdes o limpias, incluye: la solar, la biomasa, la eólica, la hidroeléctrica y la geotérmica; a su vez, la biomasa se puede producir a través de madera o desperdicios de madera, residuos sólidos, metano o biogás, etanol y biodiésel.¹

La energía solar es el recurso más abundante en el planeta, suma 173 mil Tera watts en cualquier momento dado en toda la superficie de la Tierra, cifra que

* Maestro en Economía por la UNAM. Investigador del área de Estudios Sociales del CESOP. Líneas de investigación: gobierno, mercado, impuestos y energía. Correo electrónico: gabriel.fernandez@congreso.gob.mx

¹ Departamento de Energía (DE), EUA, en [<http://energy.gov/science-innovation/energy-sources/renewable-energy>]. Las definiciones de las energías limpias se tomaron del glosario del DE, en [<http://energy.gov/eere/energybasics/articles/glossary-energy-related-terms#B>] y de [http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=renewable_home] (consulta: 11 de mayo de 2016).



representa 10 mil veces el total de energía que se consume, de acuerdo con el DE.² Además de sumar millones de años de suministro.

La energía solar se transmite por radiación electromagnética y se puede convertir en calor o en electricidad. Su uso térmico se aprovecha en la calefacción de edificios, hogares, invernaderos, agua para bañarse y en albercas, así como para generar vapor, mover turbinas y producir electricidad.

Otra vía para generar electricidad es a través de dispositivos fotovoltaicos o celdas solares que convierten directamente la luz solar en energía. Su tamaño puede variar desde celdas que alimentan un reloj o una calculadora hasta granjas solares que cubren áreas del tamaño de varios campos de fútbol y que son capaces de iluminar ciudades enteras.³

Las primeras celdas solares se desarrollaron en 1954 en Estados Unidos y su primer uso se dio en la industria espacial. En la actualidad, su aplicación es extensiva, lo que se debe en gran medida a una baja en los precios en el mercado, a que no produce dióxido de carbono y que su impacto en el medio ambiente es mínimo. El principal problema de esta fuente es que no es continua y que está sujeta a condiciones meteorológicas favorables.

La energía de biomasa es la que se obtiene a partir de la conversión directa en calor de materia orgánica disponible de manera renovable en forma de sólido, líquido o gas, como cultivos, desperdicios y desechos agrícolas y animales, y desechos municipales. La energía se obtiene de la quema de esta materia o del gas metano (o biogás) que producen.

La energía de biomasa también está representada por etanol y biodiésel que se usan como fuentes en medios de transporte. El primero se obtiene a partir de la fermentación de la caña de azúcar, mientras que el biodiésel se elabora con grasas animales o aceites vegetales.⁴

² Departamento de Energía, EUA, en [<http://energy.gov/articles/top-6-things-you-didnt-know-about-solar-energy>] (consulta: 7 de enero de 2016).

³ En [http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=solar_home] (consulta: 11 de mayo de 2016).

⁴ En http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=biomass_home (consulta: 11 de mayo de 2016).

La eólica está disponible a través del movimiento del aire en la superficie terrestre por el calentamiento del sol de la atmósfera, la superficie terrestre y los océanos. A través de un convertidor de energía el movimiento del aire se transforma en energía mecánica que puede impulsar un generador eléctrico.

Las turbinas que transforman la energía eólica en electricidad tienen un impacto ambiental mínimo, pues no emiten gases perjudiciales; sin embargo, sus críticos argumentan una contaminación auditiva y del paisaje, además de que su operación conlleva la muerte de aves y murciélagos, lo cual afecta a los ecosistemas locales.

La hidroeléctrica se obtiene de la fuerza que genera el paso del agua a través de un generador en una turbina.⁵ Esta fuente se sustenta en el ciclo del agua en el planeta y su aprovechamiento es uno de los más antiguos (en Estados Unidos su uso se remonta a 1880 en el estado de Wisconsin).

La capacidad de generación depende de los volúmenes de agua disponibles, así como de la caída o pendiente que tiene el líquido; no obstante, la ingeniería hidráulica ha desarrollado sistemas complejos de almacenamiento y de diques que permiten o que garantizan un flujo constante en una especie de ríos o caídas paralelas.

La energía geotérmica se produce con el uso directo del calor interno de la Tierra o por su transformación en electricidad, algunas de sus principales fuentes son: los sistemas hidrotérmicos, reservas presurizadas de agua, rocas secas calientes y magma. La energía eléctrica se recoge, la mayoría de las veces, a partir de su forma de vapor o de agua caliente.

El centro ferroso de la Tierra y su cobertura líquida es la fuente de calor, pero se requiere de tecnología para almacenar la energía geotérmica, una de las menos explotadas con relación al potencial que guarda. En Estados Unidos se calcula que de explotarse esta fuente podría aportar el 10% de las necesidades energéticas en aquel país; en México se menciona un crecimiento potencial de 75% en la capacidad instalada.⁶

⁵ En http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=wind_environment (consulta: 11 de mayo de 2016).

⁶ En <http://energy.gov/eere/renewables/geothermal> (consulta: 12 de mayo de 2016).

Marco legal en México: el camino de las energías renovables

Uno de los rumbos que la actual administración asignó a la Reforma Energética se dirige al uso extensivo de energías renovables y a la procuración del medio ambiente, en línea con lo que establece la Carta Magna. Así, en la reforma se crean los Certificados de Energías Limpias, se eliminan barreras para su crecimiento, se facilita su comercialización a través de mecanismos de interconexión y se instituye el mercado eléctrico, entre otros.

A continuación se citan los artículos constitucionales y las modificaciones y leyes que dan cabida a las fuentes renovables en la Reforma Energética:

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El artículo 4° de la Constitución señala que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. Mandata al Estado para garantizar el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque tal como está dispuesto por la ley.

El artículo 25 dicta al Estado garantizar un desarrollo nacional integral y sustentable. Asimismo, bajo ciertas premisas impulsará a las empresas sociales y privadas sujetándolas al cuidado y conservación de los recursos productivos, y del medio ambiente.

De acuerdo con el artículo 73, el Congreso tiene la facultad de emitir leyes que establezcan la concurrencia del gobierno federal, de los gobiernos estatales y de los municipios en materia de protección al medio ambiente, y de preservación y restauración del equilibrio ecológico.

Ley de Transición Energética

La Ley de Transición Energética en México (LTE), conforme a aseveraciones del gobierno federal, se suma a las modificaciones constitucionales que se aprobaron con la Reforma Energética, sobre todo en la incorporación de criterios y mejores prácticas en la eficiencia energética, en la reducción de gases de efecto invernadero (GEI), en la disminución del consumo de energías fósiles y en el uso de recursos naturales.⁷

La LTE de 2015 deroga la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y Financiamiento para la Transición Energética y suma los esfuerzos de la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de Energía, ambas promulgadas en 2008, a fin de integrar en un solo texto los compromisos del Estado mexicano hacia las metas de energías limpias y los mecanismos para alcanzarlos.

La LTE propone cuatro caminos para avanzar en sus objetivos:

1. Metas expresadas en términos numéricos absolutos.
2. Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios.
3. Define el Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Pronase).
4. Programa Especial para la Transición Energética (PETE).

La LTE reconoce los compromisos adquiridos a través de la Ley de Cambio Climático, aspira a que 35% de la generación de energía eléctrica en el país se produzca por medio de energías limpias en 2024⁸ (marca una ruta para llegar a 25% en 2018 y 30% en 2021). Tarea que supone la participación y coordinación de la Secretaría de Energía (Sener), la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la Comisión Reguladora de la Energía (CRE) y la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (Conuee).

⁷ Del proyecto de decreto, en [<http://www.senado.gob.mx/>] (consulta: 8 de enero de 2016).

⁸ El dictamen de ley precisa que al cierre de 2015 la generación de energías limpias en el país sumaba 21.4% del total, por lo que se requiere de incrementos anuales de alrededor de 1.5% para cumplir la meta, en Gaceta del Senado en [www.senado.gob.mx] (consulta: 18 de enero de 2016).

De igual forma, suscribe las tareas sustantivas para las diferentes dependencias. La definición de la política nacional, metas y tareas recaen en la Sener. La Conuee impone sanciones y emite opiniones vinculantes para las demás instituciones de gobierno; además asume la emisión y formulación de metodologías para la cuantificación de los energéticos por tipo y uso final. Por último, la CRE desarrolla junto con la Semarnat el Inventario Nacional de Energías Limpias y, de manera independiente, identifica los requerimientos de infraestructura asociada a las energías limpias y elabora los contratos de interconexión.

Más allá de estas tareas que expresa la Ley de Transición Energética, sustenta su eficacia en el mercado de los Certificados de Energías Limpias (CEL), títulos emitidos por la CRE y que promueve la Ley de la Industria Eléctrica. Estos bonos acreditan su producción y comercialización en el mercado eléctrico mayorista para la promoción de las centrales eléctricas limpias en la cobertura y en el financiamiento de sus inversiones por encima de factores externos (económicos, ambientales y/o sociales).

Otras de las tareas que expone la LTE son:

- ✓ La identificación, promoción e implementación de las mejores prácticas con relación a programas y proyectos de eficiencia energética internacionales.
- ✓ Elaborar la Norma Oficial Mexicana que fije los límites de emisiones de carácter progresivo de acuerdo con el tipo de tecnología de generación eléctrica con base en las mejores prácticas internacionales.
- ✓ Canalizar los recursos –de los fondos destinados a la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía– a los proyectos y programas bajo una perspectiva social en caso de que las condiciones del Mercado Eléctrico Mayorista y los otros instrumentos de promoción sean insuficientes o no los favorezcan.



La Ley de la Industria Eléctrica

La Ley de la Industria Eléctrica (LIE) de 2014 da certeza jurídica a inversionistas, usuarios, sujetos obligados y generadores de energía que utilizan esta tecnología. Asimismo, define el funcionamiento de los CEL para garantizar una demanda mínima, publica las reglas de interconexión y transmisión. Finalmente, se ocupa de la planeación necesaria de infraestructura para su aprovechamiento.

La ley señala que la Sener definirá los requisitos y los criterios para la adquisición y el otorgamiento de los certificados a fin de establecer metas de energías limpias en los tres años siguientes. La CRE es la que otorga los CEL, los valida y verifica. Las reglas de mercado permiten las transacciones de los Certificados de Energías Limpias (entre otros instrumentos y operaciones del mercado) al mismo tiempo que definen a los participantes.

Las acciones de la Sener, que destaca la LIE, permiten cumplir con la diversificación de fuentes de energía, la seguridad energética y la promoción de energías limpias. En ese interés, los CEL se definirán como una proporción del total de energía eléctrica en los centros de carga; de igual forma, los participantes y usuarios del mercado, así como los titulares de los contratos de interconexión públicos o privados, estarán sujetos al cumplimiento de las obligaciones de energías limpias.

Ley de Energía Geotérmica

Esta ley no se ha reformado desde su promulgación en agosto de 2014; no obstante, la Secretaría de Energía (Sener) afirma que, en conjunto con la Reforma Energética, se otorgaron 15 permisos de explotación y dos de exploración que harán posible un incremento de 75% de la capacidad instalada.⁹

Ley General de Cambio Climático (LGCC)

⁹ En Secretaría de Energía, *Prospectiva de energías renovables, 2015-2029*, México, 2015, p. 20.



La última reforma a esta ley data de mayo de 2015. Sincroniza las metas y respalda el nuevo entramado institucional con lo que dicta la Ley de Transición Energética. Busca la rentabilidad de las energías renovables a través de esquemas fiscales y financieros, la adopción de nuevas tecnologías y la disminución del uso de combustibles fósiles.

El artículo segundo transitorio de la LGCC establece el objetivo de reducir 30% en 2020 y 50% para 2050 las emisiones con relación a las emitidas en el año 2000. Las metas están sujetas al establecimiento de un régimen internacional de apoyo financiero y tecnológico por parte de países desarrollados. Estas metas se revisarán o ajustarán en la siguiente estrategia nacional.

Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos

Sin reforma desde su promulgación en 2008. No obstante, es un referente de acuerdos interinstitucionales, secretariales, y de la creación de grupos de trabajo para el impulso de los biocombustibles.

Estados Unidos de América: su apuesta por las energías renovables

La Oficina para la Información de la Energía en Estados Unidos (EIA, por sus siglas en inglés) recuerda que hace 150 años la madera proveía alrededor de 90% de las necesidades energéticas en el país, posteriormente se le asignó esta responsabilidad al carbón, al petróleo y al gas natural. En 2014 la producción de energía a través de las renovables sumó 13% del total, mientras que el consumo fue de 10 por ciento.

La estimación de la EIA es que en 2040 la mayoría de la energía que se consumirá en Estados Unidos provendrá de energías limpias. Sin embargo, el poco uso de las renovables se explica, básicamente, por las inversiones en infraestructura que aún se requieren para llevar la energía verde desde donde se

obtiene a las ciudades, así como por la falta de confiabilidad y de continuidad en su suministro.¹⁰

El proceso que sigue la Unión Americana hacia el incremento en el uso de las energías limpias se respalda con leyes, programas transversales e incentivos federales y estatales.¹¹ En el Cuadro 1 se presentan las leyes nacionales que enmarcan esta apuesta.

Cuadro 1. Leyes federales en torno al medio ambiente y a las energías renovables en los Estados Unidos de América

Año	Ley	Contenido
1970	Ley de Aire Limpio	Incorpora iniciativas para reducir la contaminación de fuentes móviles.
1975	Ley de Política Energética y Conservación	Crea la norma y estándares sobre eficiencia de combustibles. Incentiva el desarrollo de combustibles alternativos para vehículos.
1992	Ley de Política Energética	Establece los requisitos federales, estatales y de proveedores para la creación de un inventario de combustibles alternativos para vehículos.
2005	Ley para la Conservación de la Energía y su Reautorización	Contiene previsiones en torno al uso de combustibles alternativos e infraestructura.
2007	Ley para la Seguridad e Independencia Energética	Contiene previsiones para incrementar el suministro de combustibles de fuentes renovables y fortalece la norma sobre consumo de combustible en vehículos (de hasta 35 millas por galón para 2020).
2008	Ley de Mejora y Extensión Energética*	Establece las especificaciones para la aplicación de créditos y exenciones fiscales para combustibles alternativos y tecnologías para la eficiencia energética.
2009	Ley para la Recuperación y Reinversión en América	Constituye un fondo de 800 mil millones de dólares para la inversión en la independencia energética y tecnologías a través de las energías renovables, entre otras áreas prioritarias del país.

* El Departamento de Energía de los EUA cita al menos cuatro leyes federales adicionales con exenciones fiscales e impositivas que favorecen el uso de energías renovables.

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en http://www.afdc.energy.gov/laws/key_legislation (consulta: 12 de mayo de 2016).

El Departamento de Energía comunica, de igual forma, la existencia de 28 programas federales que favorecen el uso de energías renovables en la Unión

¹⁰ En http://www.eia.gov/energyexplained/index.cfm?page=renewable_home (consulta: 18 de mayo de 2016).

¹¹ Estas leyes también incluyen incentivos para vehículos y otros transportes menos contaminantes, calidad del aire y eficiencia de combustibles, en <http://www.afdc.energy.gov/laws> (consulta: 18 de mayo de 2016). En esta misma liga se puede acceder a las leyes por estado en la Unión Americana.

Americana, la mayoría se centran en incentivos financieros y en políticas regulatorias (en Anexo 1 al final del documento). A nivel estatal y por ciudades se multiplican estos programas.

El actual esquema legal y de apoyos explica que más de la mitad de las fuentes renovables se utilizan para generar electricidad en la Unión Americana. La biomasa constituye la fuente más importante de las energías renovables, su principal uso está en la producción de calor y vapor en la industria y para la calefacción; a través del etanol y del biodiésel, la biomasa se aplica en el transporte.

Evolución y proyecciones en torno a las fuentes renovables en Estados Unidos y México

En Estados Unidos (como se lee en el Cuadro 1) se manifestó una preocupación por el medio ambiente con la promulgación de la Ley de Aire Limpio en 1970, la cual busca el control de las emisiones de fuentes móviles. El desarrollo posterior del marco legislativo se dirigió principalmente al impulso de los biocombustibles (1975 y 1992). En 2005 inicia propiamente la consolidación de los combustibles alternativos y de la infraestructura necesaria para su generación y traslado a los consumidores finales.

En nuestro país las referencias más añejas en el marco legal se remontan a 2008 con la publicación de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética (derogada y sustituida en 2015 con la LTE) y en 2012 con la Ley General de Cambio Climático, a través de las cuales se adquiere el compromiso de generar 35% de la energía eléctrica por medio de renovables en 2024 (con una ruta de 25% en 2018 y 30% en 2021).

En ambas naciones no existe una meta definida sobre la participación de las energías renovables en la generación o el consumo final de energía (véase Tabla 6). No obstante, en la Unión Americana la EIA adelanta que en 2040 la mayor parte de sus requerimientos energéticos provendrán de fuentes verdes. En México, la

LGCC enmarca el objetivo de concretar una reducción de emisiones contaminantes de 30% en 2020 y de 50% en 2050 en todo el territorio.

Debido a la proyección de la EIA (2040) y a las metas que fija la LGCC (2035), se prevé la pertinencia de considerar un periodo de análisis de 20 años en la estadística (1995) y tener un referente de evolución en la generación de energía para cotejar con lo que podría o debería presentarse a futuro de acuerdo con las cifras oficiales de ambos gobiernos, sin dejar de considerar las limitantes de su disponibilidad.

Así, en la Tabla 1 y en la Gráfica 1 se observa que el consumo de energías renovables como porcentaje del total en Estados Unidos mantiene un comportamiento favorable hasta el final del periodo, salvo en los años de las crisis de 1998 y 2001. Para la crisis hipotecaria que trasmina Wall Street en 2009, parece que la evolución del marco legal y las tendencias del mercado energético (sobre todo en biocombustibles y eólica) blindan su comportamiento al evitar alguna caída.

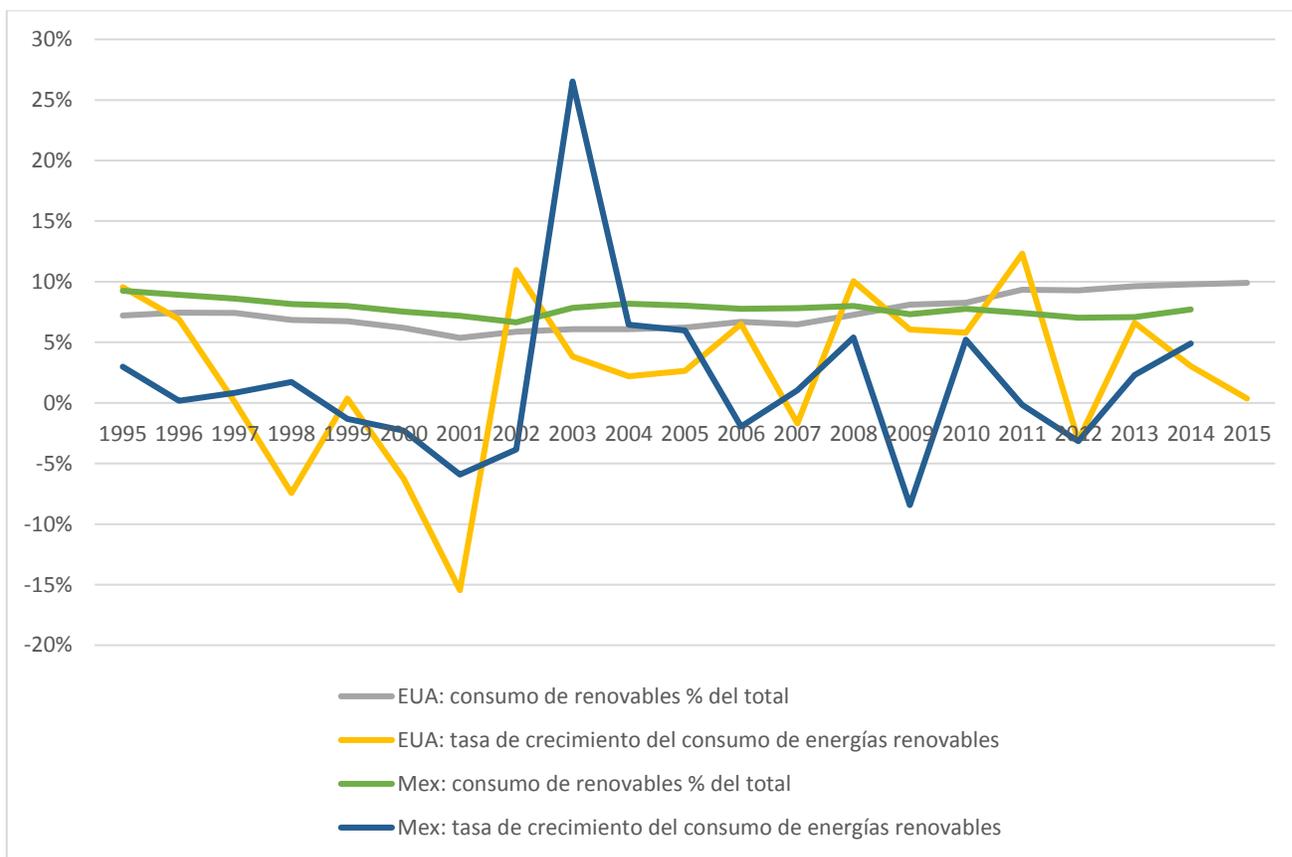
En nuestro país se observan altibajos y una tendencia preferentemente a la baja en el mismo rubro, que resulta poco plausible de asociar al devenir económico, en oposición con lo que ocurre en EUA (Gráfica 1). Al calcular los coeficientes de correlación entre la producción de energía eléctrica por fuentes hidroeléctrica (0.17) y biomasa (0.29) con el consumo de energías renovables como porcentaje del total, tampoco se llega a una explicación de este comportamiento típicamente inestable por fenómenos naturales e hídricos (el desarrollo de la hidroeléctrica, solar y eólica están disponibles en la Tabla 3).

Tabla 1. Energías renovables: crecimiento del consumo y su relación con el consumo y producción total

Año	Estados Unidos de América			Estados Unidos Mexicanos		
	Producción de renovables del total de energía primaria	Consumo de renovables del total de energía primaria	Tasa de crecimiento del consumo total de energías renovables	Producción de renovables del total de energía primaria	Consumo de renovables del total del consumo bruto interno	Tasa de crecimiento del consumo total de energías renovables
1995	9.21%	7.21%	9.56%	5.97%	9.25%	3.00%
1996	9.67%	7.46%	6.91%	5.63%	8.91%	0.18%
1997	9.68%	7.42%	0.03%	5.28%	8.59%	0.84%
1998	8.91%	6.83%	-7.45%	5.05%	8.15%	1.72%
1999	9.08%	6.74%	0.35%	5.39%	8.01%	-1.31%
2000	8.56%	6.18%	-6.28%	5.29%	7.52%	-2.28%
2001	7.20%	5.37%	-15.46%	4.97%	7.18%	-5.93%
2002	8.11%	5.87%	10.97%	4.73%	6.65%	-3.84%
2003	8.50%	6.07%	3.81%	5.51%	7.83%	26.53%
2004	8.64%	6.07%	2.21%	5.76%	8.19%	6.44%
2005	8.97%	6.23%	2.63%	6.01%	8.02%	5.99%
2006	9.32%	6.68%	6.50%	5.94%	7.76%	-1.94%
2007	9.13%	6.47%	-1.68%	6.20%	7.81%	1.03%
2008	9.84%	7.27%	10.04%	6.69%	7.99%	5.41%
2009	10.51%	8.10%	6.05%	6.41%	7.33%	-8.43%
2010	10.85%	8.27%	5.79%	6.90%	7.76%	5.23%
2011	11.74%	9.35%	12.32%	6.91%	7.42%	-0.18%
2012	11.13%	9.29%	-3.12%	6.86%	7.04%	-3.17%
2013	11.41%	9.62%	6.60%	7.05%	7.10%	2.29%
2014	11.07%	9.79%	3.05%	7.56%	7.72%	4.91%
2015	10.94%	9.91%	0.35%	-	-	-

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en US Energy Information Administration, *Data, primary and renewable energy overview*, en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/> y en Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética, Balance Nacional de Energía, *Producción de energía primaria*, en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: 24 de mayo de 2016).

Gráfica 1. Consumo de energía renovable como porcentaje del total y sus tasas de crecimiento en Estados Unidos y México



Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en US Energy Information Administration, *Data, primary and renewable energy overview*, en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/> y en Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética, Balance Nacional de Energía, *Producción de energía primaria*, en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: 24 de mayo de 2016).

Luego de llevar a cabo evaluaciones similares entre el porcentaje de electricidad generada a través de fuentes limpias y su participación en la electricidad bruta generada (en Tabla 2), no se puede inferir una correlación consistente (0.36). Por el contrario, en la Gráfica 2 se aprecian los picos a lo largo del periodo y una caída al final del mismo que lleva a la electricidad generada por renovables a un nivel más bajo frente al que tenía al inicio del periodo, tal como se refleja en la Gráfica 1 con el consumo de renovables como porcentaje del total.

Tabla 2. Energías renovables y su relación con la electricidad generada

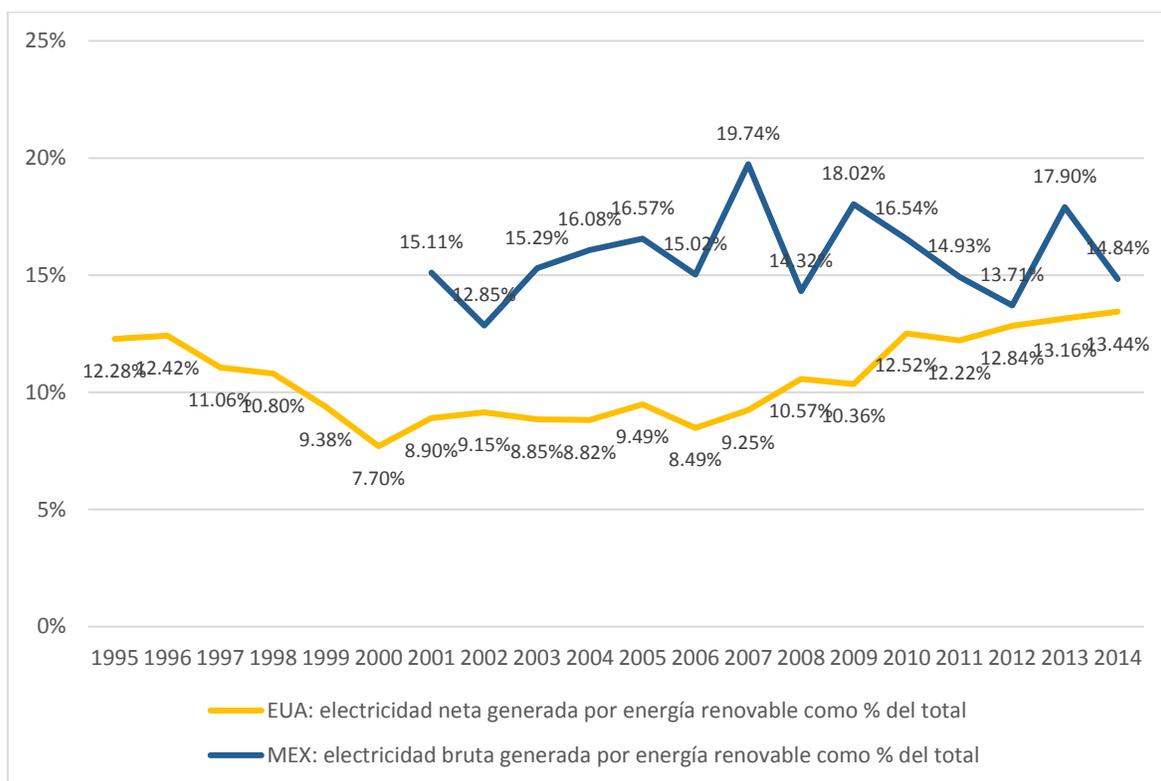
Año	Estados Unidos de América			Estados Unidos Mexicanos		
	Total de generación neta de electricidad (millones de kilowatts hora)	Electricidad neta generada por energía renovable* (millones de kilowatts hora)	Electricidad neta generada por energía renovable como % del total	Generación bruta de energía (megawatts-hora)	Electricidad bruta generada por energía renovable** (megawatts-hora)	Electricidad bruta generada por energía renovable como % del total
1995	3,353,487.36	384,798.13	11.47%	-	-	-
1996	3,444,187.62	422,957.67	12.28%	-	-	-
1997	3,492,172.28	433,636.11	12.42%	-	-	-
1998	3,620,295.50	400,424.07	11.06%	-	-	-
1999	3,694,809.81	398,959.03	10.80%	-	-	-
2000	3,802,105.04	356,478.57	9.38%	-	-	-
2001	3,736,643.65	287,729.69	7.70%	-	-	-
2002	3,858,452.25	343,438.00	8.90%	200,362,388.29	30,265,938.60	15.11%
2003	3,883,185.20	355,293.11	9.15%	202,595,550.71	26,040,224.13	12.85%
2004	3,970,555.26	351,484.63	8.85%	207,018,877.63	31,659,333.20	15.29%
2005	4,055,422.75	357,650.65	8.82%	217,158,778.07	34,914,908.56	16.08%
2006	4,064,702.23	385,771.91	9.49%	223,563,511.54	37,035,038.91	16.57%
2007	4,156,744.72	352,747.49	8.49%	230,926,638.93	34,694,438.64	15.02%
2008	4,119,387.76	380,932.39	9.25%	234,096,292.46	46,202,405.88	19.74%
2009	3,950,330.93	417,723.80	10.57%	233,471,637.74	33,433,877.09	14.32%
2010	4,125,059.90	427,376.08	10.36%	241,490,894.83	43,523,314.37	18.02%
2011	4,100,140.93	513,336.10	12.52%	257,883,545.48	42,659,793.25	16.54%
2012	4,047,765.26	494,573.19	12.22%	260,497,832.13	38,879,437.28	14.93%
2013	4,065,964.07	522,073.45	12.84%	257,860,107.02	35,340,834.32	13.71%
2014	4,093,606.01	538,579.32	13.16%	258,255,774.32	46,234,119.47	17.90%
2015	4,087,381.48	549,526.68	13.44%	261,066,828.12	38,741,625.15	14.84%

*Incluye: hidroeléctrica, biomasa, geotérmica, eólica y solar.

**Incluye geo-termoeléctrica, hidroeléctrica, eólica y fotovoltaica.

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en U.S. Energy Information Administration, *May 2016 Monthly Energy Review*, en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm#renewable> y en Sener, Sistema de Información Energética, *Generación bruta de energía por tecnología*, en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: mayo de 2016).

Gráfica 2. Electricidad generada por energía renovable como % del total



Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en U.S. Energy Information Administration, *May 2016 Monthly Energy Review*, disponible en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm#renewable> y en Sistema de Información Energética, *Generación bruta de energía por tecnología*, en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: mayo de 2016).

En la Tabla 3 y en la Gráfica 3 se pueden encontrar respuestas a las diferencias en los escenarios estadounidense y mexicano. En nuestro socio comercial se reporta una caída importante en la hidroeléctrica que se asocia a las sequías y altas temperaturas que registra en los últimos años, que se contrarresta con el auge en las energías eólica y solar (la geotérmica y biomasa se mantienen estables).

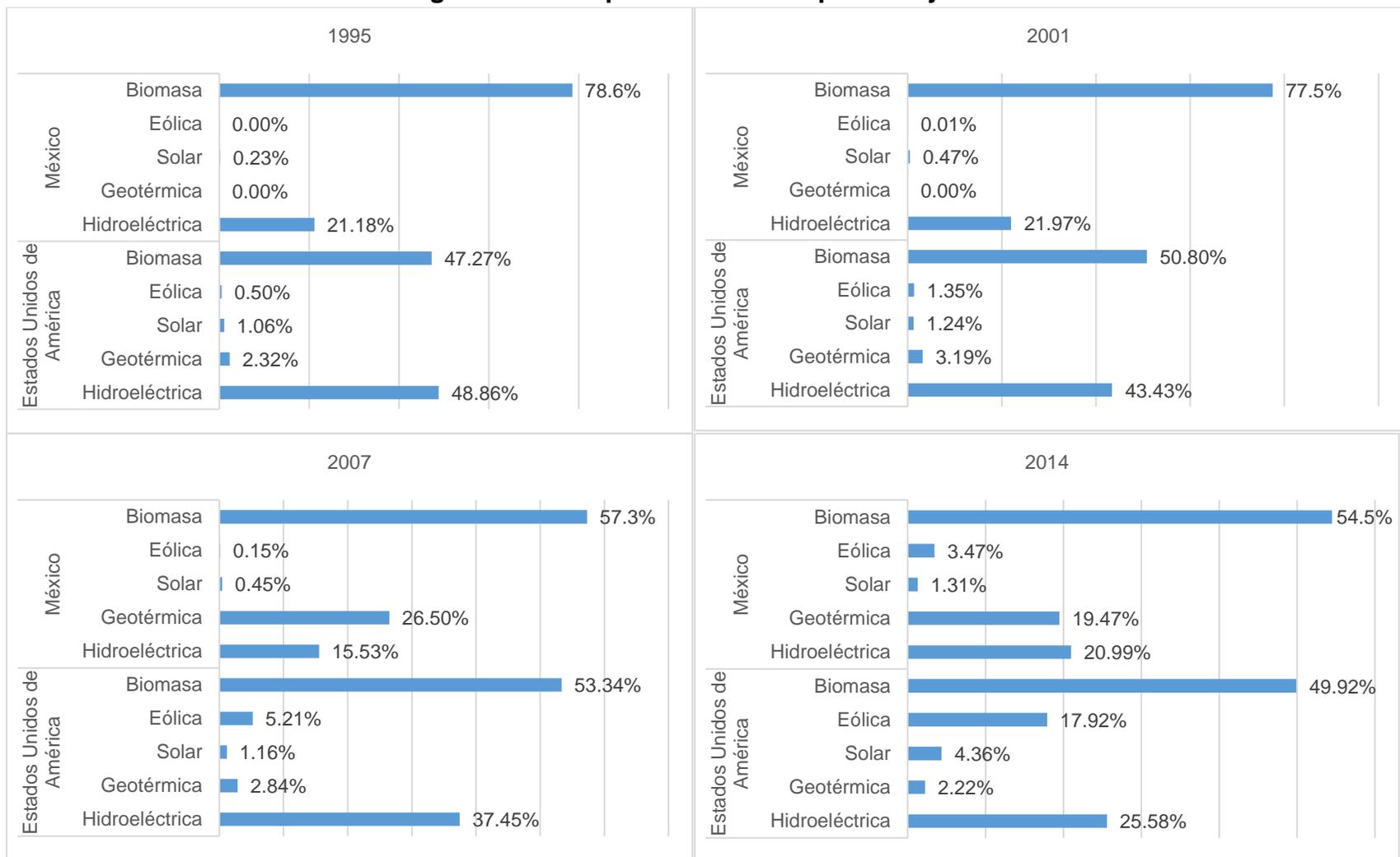
México empieza a registrar en la región sureste —que concentra presas— una disminución atípica en la precipitación; no obstante, la energía hidroeléctrica conserva aún su impulso y peso. El año 2003 marca el inicio de la contribución de la geotérmica; desafortunadamente se acompaña de caídas en la generación por biomasa e hidroeléctrica. La solar y la eólica siguen sin consolidar su participación en el total de generación de energía.

Tabla 3. Consumo de energía renovable por fuente como porcentaje del total del consumo de energía renovable en México y Estados Unidos

Año	Estados Unidos de América					México				
	Hidroeléctrica	Geotérmica	Solar	Eólica	Biomasa	Hidroeléctrica	Geotérmica	Solar	Eólica	Biomasa
1995	48.86%	2.32%	1.06%	0.50%	47.27%	21.18%	0.00%	0.23%	0.00%	78.6%
1996	51.18%	2.33%	1.00%	0.48%	45.01%	23.37%	0.00%	0.24%	0.00%	76.4%
1997	51.89%	2.38%	0.99%	0.48%	44.26%	19.98%	0.00%	0.27%	0.01%	79.7%
1998	50.78%	2.59%	1.06%	0.48%	45.09%	18.73%	0.00%	0.30%	0.01%	81.0%
1999	50.15%	2.62%	1.04%	0.70%	45.48%	23.73%	0.00%	0.32%	0.01%	75.9%
2000	46.04%	2.69%	1.07%	0.93%	49.26%	24.05%	0.00%	0.37%	0.01%	75.5%
2001	43.43%	3.19%	1.24%	1.35%	50.80%	21.97%	0.00%	0.47%	0.01%	77.5%
2002	46.94%	2.99%	1.10%	1.84%	47.14%	19.98%	0.00%	0.54%	0.01%	79.4%
2003	46.95%	2.92%	1.04%	1.90%	47.19%	12.60%	23.75%	0.49%	0.01%	63.1%
2004	44.23%	2.93%	1.03%	2.33%	49.48%	15.02%	24.72%	0.51%	0.01%	59.7%
2005	43.32%	2.90%	1.02%	2.85%	49.91%	15.60%	25.88%	0.34%	0.01%	58.1%
2006	43.18%	2.73%	1.03%	3.97%	49.09%	17.48%	24.17%	0.38%	0.03%	57.9%
2007	37.45%	2.84%	1.16%	5.21%	53.34%	15.53%	26.50%	0.45%	0.15%	57.3%
2008	34.93%	2.68%	1.23%	7.59%	53.57%	21.15%	23.96%	0.50%	0.14%	54.1%
2009	35.01%	2.63%	1.28%	9.46%	51.63%	15.74%	24.99%	0.67%	1.18%	57.3%
2010	31.47%	2.58%	1.56%	11.45%	52.94%	20.79%	23.32%	0.77%	0.69%	54.2%
2011	34.25%	2.34%	1.89%	12.89%	48.63%	20.33%	23.27%	0.90%	0.92%	54.3%
2012	29.95%	2.41%	2.59%	15.27%	49.78%	18.47%	21.42%	1.07%	2.14%	56.6%
2013	27.39%	2.29%	3.26%	17.12%	49.95%	15.85%	20.65%	1.19%	2.37%	59.6%
2014	25.58%	2.22%	4.36%	17.92%	49.92%	20.99%	19.47%	1.31%	3.47%	54.5%
2015	24.69%	2.32%	5.68%	18.77%	48.54%					

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en U.S. Energy Information Administration, *May 2016 Monthly Energy Review*, disponible en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm#renewable> y en Secretaría de Energía, Sistema de Información Energética, *Balance Nacional de Energía. Producción de energía primaria*, en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: mayo de 2016).

Gráfica 3. Consumo de energía renovable por fuente como porcentaje del total en años seleccionados



Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en <http://www.eia.gov/totalenergy/data/monthly/index.cfm#renewable> y en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: mayo de 2016).

En 1995 los esquemas en EUA y México eran similares, ambos dependían, principalmente, de la biomasa y la hidroeléctrica. La potencia, hasta ahora, apuesta poco a la geotérmica a pesar de su potencial para centrar sus esfuerzos en la solar y eólica. México avanza en la eólica y sobre todo en la geotérmica, aunque este impulso no se vincula al marco legal, pues hay una diferencia de más de 11 años entre el inicio de los proyectos con esta fuente y la promulgación de la ley.

La expectativa en nuestro país es que haya un aumento en la generación geotérmica; la misma ley apunta un incremento potencial de 75% en la capacidad instalada. Sin embargo, la producción por esta fuente está sujeta a condiciones naturales con restricciones de infraestructura para su traslado a zonas urbanas o industriales. El caso de referencia de la Secretaría de Energía estima un crecimiento de 13.6% de la geotérmica para 2026 en relación con 2015 (que se obtiene a partir de la información en la Tabla 4).

Si se considera la evolución de las energías eólica y solar en la Gráfica 3, se puede anticipar la necesidad de grandes esfuerzos para estar en el camino preciso para responder a los compromisos internacionales. En EUA el paquete de apoyos financieros y programas de impulso a la energía solar y eólica continúa acercando al país al cumplimiento de las proyecciones de la EIA, hecho que no ocurre en México.

En México las estimaciones oficiales, aunque anteriores a las modificaciones legales que impulsan las renovables en la Reforma Energética, ubican al país a distancia considerable de la ruta trazada de 25% de electricidad aportada por fuentes verdes en 2018 frente a la expectativa de 16.54% en igual año (Tabla 4), sobre todo tras los anuncios de restricción presupuestaria, menor crecimiento e inversión del gobierno mexicano en 2016 y 2017, lo que obliga a esfuerzos significativos si se quiere cumplir con 30% en 2021 y 35% en 2024.

En Estados Unidos, al menos en lo que a electricidad se refiere, las fuentes limpias se mantienen alejadas de la expectativa de la EIA, sus mismos cálculos la colocan a mitad del camino para 2040, aun con los avances en eólica y solar. La apuesta de la Casa Blanca deberá complementarse con avances en el sector

transportes y en los hogares, entre otros, para aspirar a que al menos la mitad de su consumo energético provenga de las verdes.

Tabla 4. Proyecciones de la CFE, caso de referencia en México (en gigawatts-hora)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
Total generación bruta de electricidad	291386.3	300396.7	314117.8	326846.6	341306.9	356731	371990.2	389586.5	408548	425857.7	446233.6
Total renovables	46216.4	48833.6	51955.2	54341.8	56025	58067.2	62384.8	71823.4	84854	98515.7	112194.6
Hidroeléctrica	32308.2	32710.8	33619.7	35128.4	36012.3	37947.6	38691.2	39316.3	41538.5	41966.8	41966.5
Eólica	6318.7	8163.3	10265.4	11082.5	11346.3	11654	12115	12217.5	12234	12197	12192.8
Geotermoeléctrica	7577.3	7947.3	8057.9	8118.7	8654.2	8453.4	8667.3	8935.7	8922.1	8726.8	8608.2
Solar fotovoltaico	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.2	12.3	12.3
Nueva generación limpia	0	0	0	0	0	0	2899.1	11341.7	22147.2	35612.8	49414.8
Participación de renovables del total (%)	15.86	16.26	16.54	16.63	16.41	16.28	16.77	18.44	20.77	23.13	25.14

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en <http://sie.energia.gob.mx/> (consulta: junio de 2016).

Tabla 5. Proyecciones de la EIA, caso de referencia en Estados Unidos (en miles de millones de kilowatts-hora)

Año	2016	2020	2025	2030	2035	2040
Carbón	1563	1709	1724	1713	1704	1702
Petróleo	25	18	18	18	18	18
Gas natural	1179	1117	1223	1371	1478	1569
Nuclear	781	804	808	808	812	833
Fuentes renovables*	618	679	716	756	823	909
Otros	17	25	25	25	25	25
Generación neta total de electricidad x combustible	4183	4351	4513	4691	4860	5056
Participación de las renovables del total (%)	14.77	15.61	15.86	16.12	16.93	17.98
Fuentes renovables**	185.2	193.2	199.3	212.0	238.4	277.3
Capacidad total del sector eléctrico **	1040.3	1033.5	1038.0	1069.3	1110.0	1170.2
Participación de las renovables en el total (%)	17.79	18.69	19.20	19.83	21.48	23.70

* Incluye hidroeléctrica, geotérmica, biomasa, eólica y solar.

** En gigawatts-hora.

Nota de conversión: 1 gigawatt-hora equivale a un millón de kilowatts-hora.

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en <http://www.eia.gov/analysis/projection-data.cfm#annualproj> (consulta: junio de 2016).

A pesar de que México es reconocido en las esferas internacionales por sus esfuerzos y compromisos en las cumbres internacionales, y que trasciende la preocupación y el trabajo político interno del presidente de Estados Unidos, Barak Obama, por elevar las metas de reducción de contaminantes, ambas naciones están lejos de la realidad y de los compromisos de otras naciones como Uruguay, Dinamarca, Suecia, Costa Rica y Portugal,¹² que tienen la capacidad de utilizar únicamente energías renovables para satisfacer sus necesidades eléctricas (la Tabla 6 incluye metas de diferentes países, entre ellos los que aquí se mencionan).

En un análisis sobre nuestro país,¹³ las ONG especializadas expresan sus dudas sobre el compromiso verdadero del gobierno y de la posibilidad real de lograr las metas; señalan que los temas ambientales no figuran entre las prioridades de las agendas política y legislativa.

Sobre EUA, los *think tanks* internacionales califican las intenciones de Obama como valientes, ya que implican un enfrentamiento con un Congreso adverso bajo el control de los republicanos, así como pretender establecer la agenda del próximo titular de la Casa Blanca para que disminuya en 32% las emisiones contaminantes en 2030 frente a lo que se emitía en 2005, escenario que sería posible con el impulso de las energías verdes. Sin embargo, los ambientalistas advierten que este esfuerzo es insuficiente para evitar un aumento de 2 °C en el planeta, si se considera que Estados Unidos es el principal emisor per cápita en el mundo.¹⁴

¹² En [<http://www.theguardian.com/environment/2015/dec/03/uruguay-makes-dramatic-shift-to-nearly-95-clean-energy>] [<http://www.theguardian.com/global-development-professionals-network/ng-interactive/2016/jan/20/which-countries-are-making-progress-on-energy-green-safe-cheap>], [<http://www.theguardian.com/environment/2016/may/18/portugal-runs-for-four-days-straight-on-renewable-energy-alone>], [<http://www.treehugger.com/renewable-energy/costa-rica-achieved-99-renewable-energy-year.html>] (consulta: 7 de junio de 2016).

¹³ En <http://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2015/oct/16/which-countries-are-doing-the-most-to-stop-dangerous-global-warming> (consulta: 7 de junio de 2016).

¹⁴ *Ídem.*

Tabla 6. Participación 2013-2014 y metas de las energías renovables en la generación de energía y de electricidad en países seleccionados

País	Energía final (consumo)		Generación de electricidad	
	Participación	Objetivo	Participación	Objetivo
Alemania	13.8%	30% en 2030 45% en 2040 60% en 2050	28.2%	45% en 2025 60% en 2030 80% en 2050
Bolivia	n. a.	n. a.	-	79% en 2030
Brasil	36.4%	45% en 2030	n. a.	23% en 2030
Costa Rica			99%	100% en 2021
Emiratos Árabes Unidos	<1%	24% en 2021	n. a.	n. a.
Estados Unidos	n. a.	n. a.	n. a.	n. a.
Ecuador	13.3%	-	47.9%	85% en 2017
Francia	14.3%	23% en 2020 32% en 2030	18.3%	40% en 2030
Guatemala	-	80% en 2020	-	80% en 2030
India	n. a.	n. a.	-	40% en 2030
México	n. a.	n. a.	14.84%**	35% en 2024 50% en 2050
Noruega	69.2%	67.5% en 2020	n. a.	n. a.
Perú	n. a.	n. a.	-	60% en 2020
Portugal	27%	40% en 2030	52.1%	45% en 2020
Suecia	52.6%	50% en 2020	63.9%	62.9% en 2020
Uruguay*	55%	50% en 2015	n. a.	n. a.

* Participación y objetivo en energía primaria.

** Cálculo para 2015, tomado de la Tabla 2.

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en REN21, *Renewables 2016 Global Status Report*, en <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> (consulta: junio de 2016).

Comentarios finales

El ascenso de las energías renovables en Estados Unidos está respaldado por las políticas y leyes ambientales, en específico aquellas que se relacionan con los biocombustibles, hecho que no ha de considerarse fortuito, pues obedece a los años de altos precios de los combustibles fósiles. Este escenario, en conjunto con los

apoyos financieros en los tres niveles de gobierno para favorecer la energía fotovoltaica y la eólica, es el marco para que la EIA elabore un pronóstico favorable.

En México las metas que se tienen aún no se ven reflejadas en el comportamiento de la participación de las energías renovables en la generación de energía primaria y de electricidad; siguen siendo sólo eso: compromisos. El país se mantiene a la espera de que los mecanismos que se exponen en la LTE y en la LIE para la conformación e impulso del mercado de certificados de energía limpia (CEL) sean la vía efectiva para el cumplimiento de los acuerdos firmados en las cumbres ambientales. Quizás es demasiado tarde; el primer compromiso es en 2018 de 25% cuando el estimado al cierre de 2016 es de 15.86 por ciento.

Al revisar las experiencias en países industrializados y en desarrollo, donde las acciones en torno a las energías renovables exceden el marco legal, donde prevalecen condiciones favorables de mercado para la inversión en infraestructura, en redes de transmisión, en tecnología y en la generación con fuentes verdes, y se cobijan proyectos monumentales de energías limpias capaces de abastecer ciudades enteras, sin descontar otros esfuerzos menores que disponen de esquemas de financiamiento preferenciales, se pueden inferir caminos exitosos.

Anexo 1. Incentivos y políticas de apoyo federales a las renovables en EUA

<i>Año</i>	<i>Programa</i>	<i>Categoría</i>	<i>Tipo de apoyo o política</i>
2002	Subsidio de exclusión para el ahorro de energía residencial (personal).	Incentivo financiero	Exención de impuesto personal
2002	Subsidio de exclusión para el ahorro de energía residencial (corporativo).	Incentivo financiero	Exención de impuesto corporativo
2002	Crédito fiscal para la producción de energía renovable.	Incentivo financiero	Crédito fiscal corporativo
2002	Crédito fiscal para la inversión de energía en negocios.	Incentivo financiero	Crédito fiscal corporativo
2002	Sistema de recuperación de costo acelerado y modificado	Incentivo financiero	Depreciación corporativa
2002	Hipoteca de eficiencia energética.	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2003	Programa de apoyos para la energía rural en América (USDA).	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2003	Préstamos para el Programa de apoyos para la energía rural en América (USDA).	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2003	Apoyo al Programa de energía tribal.	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2004	Meta de compra de energía verde del gobierno federal.	Política regulatoria	Compra de energía verde
2005	Crédito fiscal para energía renovable residencial.	Incentivo financiero	Crédito fiscal personal
2006	Deducción fiscal para la eficiencia energética en edificios comerciales.	Incentivo financiero	Deducción fiscal corporativa
2006	Crédito fiscal para desarrolladores para la eficiencia energética en casas nuevas.	Incentivo financiero	Crédito fiscal corporativo
2006	Crédito fiscal para la eficiencia energética residencial.	Incentivo financiero	Crédito fiscal personal
2006	Acciones bursátiles para la energía renovable nueva.	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2006	Metas y estándares energéticos para el gobierno federal.	Política regulatoria	Estándares energéticos para edificios públicos
2006	Estándares para aparatos a nivel federal.	Política regulatoria	Estándares de eficiencia para aparatos y equipos
2007	Estándares de interconexión para pequeños generadores.	Política regulatoria	Interconexión

continúa

Año	Programa	Categoría	Tipo de apoyo o política
2008	Programa de garantías para préstamos del Departamento de Energía.	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2008	Acciones bursátiles para la conservación de la energía calificada.	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2010	Programa de apoyo para altos costos energéticos.	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2012	Programa de ayuda para <i>biorefinerías</i> .	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2012	Programa de repotenciación de ayuda para <i>biorefinerías</i> .	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2014	Programa de préstamos para el ahorro de energía.	Incentivo financiero	Programa de préstamos
2015	Programa de energía rural de América y Programa de auditoría y de asistencia para el desarrollo de energías renovables.	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2015	Programa de ayuda en energía para hogares de bajos ingresos.	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2015	Programa de ayuda para la climatización.	Incentivo financiero	Programa de apoyos
2015	Programa de ayuda "Fannie Mae iniciativa verde".	Incentivo financiero	Programa de préstamos

Fuente: Elaboración del CESOP a partir de información en <http://programs.dsireusa.org/system/program?state=US> (consulta: 12 de mayo de 2016).

CENTRO DE ESTUDIOS SOCIALES Y DE OPINIÓN PÚBLICA



CÁMARA DE DIPUTADOS
LXIII LEGISLATURA

diputados.gob.mx/cesop

 [cesop01](https://www.facebook.com/cesop01)

 [@cesopmx](https://twitter.com/cesopmx)