



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

**EL PANORAMA INTERNACIONAL DE LAS ENERGÍAS
RENOVABLES:
ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA GESTIÓN EÓLICA
MÉXICO- CANADÁ EN EL PERÍODO 2002-2012**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN RELACIONES INTERNACIONALES

P R E S E N T A:

NELDA ALCALÁ NÁJERA



**DIRECTOR DE TESINA:
MTRO. ROBERTO ARTURO LÓPEZ VARGAS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F. 2014.



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Ante todo y en primer lugar doy gracias a mis padres por el regalo de la vida, su amor y dedicación a lo largo de la misma. A mi único hermano por acompañarme siempre y no dejarme vencer en ningún instante por mas difícil que éste sea.

Remarco el apoyo incondicional de mi asesor el Mtro. Roberto Arturo López Vargas por la guía y supervisión incansable haciendo del presente estudio un trabajo de calidad. Agradezco igualmente a mis sinodales los profesores: Juan Palma Vargas, Cristina Castillo Petersen, Blanca Estela Marín y Rubén Cuéllar Laureano por su tiempo prestado para la revisión del mismo; así como al Dr. Modesto Seara Vázquez por los comentarios puntuales sobre la presente investigación.

A mi amiga de tantos años y de batallas continuas Wendy Martínez Jiménez por compartir conmigo esta nueva aventura académica que tanto para ella como para mí ha sido de valioso aprendizaje y satisfacciones.

De la misma forma doy gracias a mi centro de trabajo, la empresa Expertos en Evaluación de Personal por el apoyo mostrado hacia mi crecimiento profesional.

Por último, el mayor y más genuino agradecimiento es para la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y su Centro de Educación Continúa; pero sobre todo a la máxima casa de estudios, la gloriosa Universidad Nacional Autónoma de México por brindarnos a sus alumnos la oportunidad de elevar nuestros espíritus y hacer de nosotros soldados del conocimiento que enorgullezcan a México.

ÍNDICE

	Pág.
Introducción	V
Capítulo 1	
Panorama energético internacional: del uso de los combustibles fósiles a las energías renovables.	
1.1 Del uso de combustibles fósiles al uso de las energías renovables.	2
1.2 Panorama internacional de las energías renovables.	9
1.3 Panorama internacional de la energía eólica.	16
Capítulo 2	
Situación de la energía eólica en México.	
2.1. Orígenes y panorama actual de la energía eólica en México.	24
2.2. Actores involucrados.	32
2.2.1. Gubernamentales.	32
2.2.2. Empresariales.	35
2.2.3. Sociales.	38
2.3. Carencias del programa nacional de gestión eólica	41
Capítulo 3	
Situación de la energía eólica en Canadá.	
3.1. Orígenes y panorama actual de la energía eólica en Canadá	46
3.2. Actores involucrados	51
3.2.1. Gubernamentales.	51
3.2.2. Empresariales.	56
3.3. Claves del éxito.	59
Conclusiones.	63
Bibliografía.	71

Índice de cuadros

	Pág.
Cuadro 1. Consumo de energía primaria. Participación por combustible.	8
Cuadro 2. Mayores productores de energía eólica 2012 .	19
Cuadro 3. Grandes parques eólicos en fase de construcción o expansión.	20
Cuadro 4. Parques eólicos en operación en el estado de Oaxaca.	31
Cuadro 5. Proyectos eólicos en operación en México.	31
Cuadro 6. Leyes estatales relacionadas con energías renovables.	34
Cuadro 7. Generación de energía renovable en 2005.	48
Cuadro 8. Generación de energías renovables en 2010.	50
Cuadro 9. Compañías públicas eléctricas provinciales.	54
Cuadro 10. Compañías públicas eléctricas provinciales.	55
Cuadro 11. Agencias gubernamentales.	55
Cuadro 12. Principales empresas desarrolladoras de parques en Canadá.	57

-¿Qué gigantes?-dijo Sancho Panza.

-Aquellos que ves allí-respondió su amo-, de los brazos largos, que suelen tener algunos de casi dos leguas.

-Mire vuestra merced- respondió Sancho-, que aquellos que allí se parecen no son gigantes sino molinos de viento, y lo que en ellos parecen brazos son aspas que volteadas del viento hacen andar la piedra del molino.

Don Quijote de la Mancha

Miguel de Cervantes Saavedra

Introducción

Debido al incesante incremento de la población humana, al uso indiscriminado de los avances tecnológicos y los efectos negativos que éstos producen en el medio ambiente, así como al alto costo de los combustibles fósiles, entre otros factores, y aún considerando la diversidad energética existente, garantizar hoy en día el suministro energético se ha vuelto uno de los mayores retos a nivel mundial.

Una de las alternativas para contrarrestar los estragos en el medio ambiente, en la salud y la economía mundiales que está provocando el desmedido uso de los combustibles fósiles es la explotación y uso eficientes de las energías renovables como la hidroeléctrica, la solar, la biomasa y la eólica. Esta última en particular, por provenir de una fuente inagotable como lo es el viento y estar disponible casi siempre y ser más económica que las otras en su producción, este tipo de energía es la más accesible y ventajosa.

El lapso entre los años 2004 y 2008 fue el de mayor crecimiento para esta fuente energética “el mercado mundial para la generación eólica de electricidad (...) mostró un desarrollo muy dinámico. La potencia eólica mundial instalada se incrementó en más de un 60% pasando de 47,620 MW en 2004 a 120,798 MW en 2008, es decir, en esos cuatro años se instalaron 73, 178 MW”¹.

Asimismo, es importante indicar el esfuerzo económico realizado en el sector ya que “con inversiones anuales cercanas a 68 mil mdd, el mercado global de energía eólica alcanza una producción total de 239 gigawatts, indican datos del Consejo Global de Energía Eólica. Los principales factores que han contribuido al crecimiento del mercado global en los últimos años han sido el impulso que le han

¹ AMDEE, *En el Mundo*. [en línea], México, 2009, AMDEE. Dirección URL: <http://www.amdee.org/Viento/en> *En el Mundo*, [consulta: 25 de mayo de 2013].

dado a este sector China e India, países que en conjunto generan 50% de la energía eólica mundial”².

En América del Norte sobresale la industria eólica canadiense por sus avances, la cual, “se compone principalmente por desarrolladores respaldados por grandes empresas de energía, corporaciones industriales y fondos de ingresos que traen consigo recursos financieros y credibilidad comercial. Aproximadamente 430 empresas tienen actividades en el sector de energía eólica”³; además del ofrecimiento del Estado de comprar la energía generada por los inversionistas a precios superiores a las tarifas del mercado mundial por un largo período para generar ganancias este país es ejemplo de grandes avances en el uso óptimo de esta energía.

Tan sólo la provincia de Ontario “cuenta con apoyo gubernamental de largo plazo para la generación de energía eólica y posee capacidades avanzadas y diversas de fabricación (...), ha implementado proyectos de energía de este tipo a gran escala, los cuales ayudarán a incrementar el suministro a 4, 600 MW para el 2020”⁴.

Otro ejemplo es “el gobierno de Manitoba, el cual lleva a cabo una estrategia para fomentar el desarrollo privado de 1, 000 MW de capacidad de producción eoloelectrónica durante la siguiente década, y actualmente está considerando propuestas para el desarrollo de 300 MW de potencia eólica, como la primera fase del plan”⁵.

² Nora Vasconcelos, “México entre los próximos gigantes del viento”, [en línea], México, 19 de diciembre 2012, Dirección URL: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2012/12/18/mexico-entre-los-proximos-gigantes-del-viento>, [consulta 28 de mayo de 2013].

³ Invest in Canada, *Energía eólica*, [en línea], pp. 1, Canadá, Dirección URL: http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/maeci-dfait/FR5-38-14-2009-spa.pdf, [consulta: 25 de mayo de 2013].

⁴ *Ibid.*, p. 3.

⁵ *Idem.*

Las principales empresas apoyadas por el gobierno canadiense en estas provincias según el reporte de *Invest in Canada* son: Marmen, Brookfield, Renewable Power, TransAlta Wind y St.Leon Wind Energy LP.

México, por su parte, siendo un país con una posición geográfica favorable, denota falta de financiamiento, insuficiente interés del Gobierno Federal y de la iniciativa privada, presentando en realidad una baja explotación de la fuerza eólica. Por ejemplo, “con relación a la capacidad de generación eoloeléctrica para el servicio público, la Comisión Federal de Electricidad tuvo en operación a finales de 2011, las centrales La Venta en Oaxaca (84.7 MW), Guerrero Negro en Baja California Sur (0.6 MW) y el generador de la COP 16 (1.5 MW), lo que suma una capacidad total de generación de apenas 86.8 MW”⁶.

Son solamente 12 las empresas entre nacionales y extranjeras que están reguladas, en primera instancia, por la Secretaría de Energía, la Comisión Reguladora de Energía y la Comisión Federal de Electricidad, dependencias que en conjunto están facultadas para permitir la ejecución y apoyo de proyectos.

Pero aún así, el Consejo Global de Energía Eólica, asociación comercial internacional que agrupa empresas transnacionales, organizaciones e instituciones especializadas en el sector en más de 70 países y que trabaja en proyectos para avanzar en el impulso de la energía eólica en todo el mundo indica que ha comenzado el *boom*, y junto a Brasil, México será el mercado de mayor crecimiento en los próximos años en el continente americano.

Dado que las Relaciones Internacionales tienen como objeto de estudio cualquier fenómeno, ya sea de índole social, político, cultural, etc., que trascienda las fronteras, resulta relevante tocar un tema poco estudiado por esta disciplina como lo es el aprovechamiento adecuado de las energías renovables, en especial

⁶ Secretaría de Energía, *Prospectiva de petróleo crudo 2012- 2026*, 2012 [en línea], p. 76 México, Dirección URL: http://www.aiest.unam.mx/biblio/PPCI_2012_2026.pdf, [consulta: 7 de agosto de 2013].

la eólica, con la finalidad de aportar propuestas de solución a problemáticas globales como lo es el suministro energético.

De lo anterior resultaría conveniente conocer de cerca otros modelos, en esta oportunidad el canadiense, el cual está alcanzando grandes resultados, procurando un desarrollo socioeconómico sustentable y aplicarlo en la medida de lo posible en nuestro país para un mayor beneficio.

Al abordar el tema de la presente tesina surgen varias preguntas, principalmente: ¿qué elementos del modelo canadiense de la gestión de energía eólica podría aplicarse en México a fin de hacer más eficiente su aprovechamiento y disminuir la reticencia social? ¿Y cuál es la aportación del mismo en la explotación de estos recursos?

El modelo de gestión de energía eólica canadiense basa su éxito en factores claves como la inversión, tanto gubernamental como privada, además de la aplicación de programas e incentivos fiscales a las empresas, así como el fomento a la creación de puestos de trabajo fabricando los insumos requeridos por la industria con el fin de hacer crecer una de las industrias más rentables en ese país.

Estos factores, presentes en el modelo canadiense, serían viables de aplicarse en el caso mexicano. Uno de los impedimentos por el cual la energía eólica en nuestro país no ha sido explotada al máximo, es porque las empresas omiten sus propias recomendaciones de consulta y participación de las comunidades en la toma de decisiones, tal como sucede actualmente en el Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, donde se concentra la mayor parte de los parques eólicos; pudiéndose desarrollar favorablemente también en otras entidades como Nuevo León, Baja California, Tamaulipas, Chiapas, entre otros, para así elevar el potencial energético de México.

Pero hasta el momento no se ha logrado llevar a cabo debido a distintos factores, como lo son de tipo social, orográfico, ambiental o simple falta de interés

en atracción de capital de inversión. Estas entidades federativas cuentan con legislación con respecto al manejo, producción y almacenamiento, pero hasta el momento no han sido desarrollados proyectos de gran magnitud, sólo algunos de mínima potencia.

El presente ejercicio de investigación tiene como objetivo primordial analizar los factores más importantes del modelo de gestión de la energía eólica en Canadá, a fin de considerar la viabilidad de su aplicación en territorio nacional. Además, exponer la situación actual de nuestro país en cuanto al aprovechamiento de esta energía, así como establecer las aportaciones tanto positivas como negativas del modelo canadiense con el fin de aprender de las mismas para enriquecer una propuesta acorde a las características y necesidades de México, así como mostrar el panorama en cuanto a los avances de las energías renovables a nivel internacional.

Para lo anterior se hará uso del método deductivo, por lo que se partirá de una descripción del panorama mundial por el cual atraviesa la explotación, el aprovechamiento y la regulación de las energías renovables. El estudio se enfocará particularmente en la energía eólica, sobre todo en la utilización y avances que ha tenido, tanto en México, como en Canadá particularmente.

A su vez, se empleará la observación documental, revisando, por ejemplo, informes gubernamentales sobre la producción de energía eólica en México; así como el análisis de empresas nacionales y extranjeras generadoras en Canadá.

El proyecto se centra en este país de América del Norte porque su producción de energía eólica resulta más relevante, y en el nuestro porque, a pesar de tener el potencial suficiente para generar mayores beneficios, éste no está siendo aprovechado óptimamente.

El período de estudio abarcará del año 2002 al 2012, siendo el lapso en el que las energías renovables, y en particular la que nos ocupa, han tenido un marcado desarrollo en México y en Canadá, y por consiguiente, un auge debido al impulso

de la búsqueda de alternativas energéticas con el único fin de preservar la supervivencia del ser humano.

Abordándose en un primer capítulo el marco histórico del consumo energético; así como el panorama actual de los combustibles fósiles y el paso hacia el empleo de las energías renovables, recayendo en nuestro objeto de estudio, la energía del viento.

En el segundo capítulo se estudiará la situación actual de la energía eólica en México, retomando los orígenes de la misma y analizando los diferentes componentes de esta industria aún incipiente en el país, describiendo en un último punto las carencias del programa nacional de gestión.

Por otro lado, en el tercer y último capítulo del presente trabajo, serán expuestas las características del sector eólico en Canadá; asimismo, se estudiarán los diferentes actores que participan en el fomento y evolución de una de las industrias eólicas más dinámicas y en constante crecimiento, no sólo en América del Norte, sino a nivel mundial y como último aspecto se analizarán los factores claves que la han llevado al éxito.

Sirva este esfuerzo de investigación y análisis para despertar un mayor interés, no únicamente en los actores gubernamentales y empresariales, sino en la sociedad en general, con el único fin de aportar factores de sustentabilidad a nuestra sociedad.

CAPÍTULO 1

PANORAMA ENERGÉTICO INTERNACIONAL: DEL
USO DE LOS COMBUSTIBLES FÓSILES A LAS
ENERGÍAS RENOVABLES

1.1 Del uso de combustibles fósiles a las energías renovables

Desde tiempos inmemorables, el ser humano ha buscado la forma de progresar y realizar más fácilmente sus actividades cotidianas tratando de obtener de la propia naturaleza todo lo necesario, así como ayudándose de invenciones realizadas por él mismo. Fue en 1770 cuando comenzó la primera Revolución Industrial en Europa Occidental, dicho proceso “cambió totalmente la forma de vivir, de pensar y de ser del hombre. Antes se podía vivir sólo de la tierra, directa o indirectamente, a través de los animales, del cultivo, pero con la llegada de la máquina de vapor se comenzó a oír... una palabra: energía, muy pocos sabían qué era exactamente, pero era imprescindible para que la máquina de vapor funcionara y para esto había que obtener carbón en abundancia”⁷.

Durante la segunda mitad del siglo XVII y la primera del siglo XVIII, los avances técnicos posibilitaron la realización de trabajos que requerían mucha más energía de la que podían suministrar la fuerza del hombre y los animales. La constante sustitución de fuentes de energía naturales como el agua y el viento por maquinaria había dado pie a este suceso.

Este movimiento cambió el modelo energético, demandando combustibles abundantes y de alta intensidad. Por ejemplo, el carbón sustituyó a la leña en las fundiciones y también al vapor, siendo el elemento más significativo de este cambio. Dicho combustible se convirtió en la base del desarrollo, y aquellos que no contaban con él no eran capaces de producir energía. Era preponderante cubrir las nuevas demandas energéticas, ya que aunado a esto la población mundial se multiplicó y con ello sus necesidades. Fue hasta después de la invención del motor de combustión interna cuando inicia la Segunda Revolución Industrial, justo en 1870, dando lugar a los derivados del petróleo, suplantando así, en gran medida, al carbón como combustible principal. “En este segundo gran salto

⁷ José A, Domínguez Gómez, *Energías Alternativas*, España, Equipo Sirius, 2004, segunda edición, p. 121.

tecnológico el petróleo y el gas se convirtieron en las principales fuentes generadoras de energía y con ello, los transportes, la industria y el ámbito doméstico se vieron ampliamente favorecidos”⁸.

Básicamente con la Segunda Revolución Industrial comenzó la aplicación intensiva de maquinaria y el uso del hierro en vez de la madera como materia prima; como combustible se utilizó el carbón vegetal, por su parte el coque sirvió para los procesos metalúrgicos y por último, la máquina de vapor como prototipo de técnica industrial.

En esta etapa del progreso industrial “las nuevas fuentes de energía fueron el petróleo y la electricidad; los (...) inventos científicos (motores a explosión, diesel y eléctricos) revolucionaron los transportes, las comunicaciones y la (...) industria química. Estas innovaciones implicaban nuevas y grandes instalaciones industriales, complejos almacenes, grandes compañías de ferrocarriles y navegación. Todos estos cambios fueron de enorme magnitud si los comparamos con los de la Primera Revolución Industrial; esas empresas implicaban enormes capitales y recursos para un financiamiento adecuado”⁹.

A pesar de los intentos por adoptar un nuevo modelo energético, el siglo XIX culminó con un período de auge de los imperios. El Estado británico dominó una gran parte de los mares, el francés y el alemán participan en el reparto del continente africano junto con otros imperios europeos. Por su parte, Estados Unidos amplió su influencia en los continentes americano y asiático. Rusia y Japón por su lado, discutieron entre sí y acompañaron a los anteriores en el reparto de territorios; y mientras el Imperio Otomano se deterioraba en el inicio del siglo XX, aparecieron las primeras luchas por la producción de petróleo. Los descubrimientos fueron dejando de lado el carbón como combustible primario, aunque éste se mantuvo como abastecimiento seguro.

⁸ Miguel García Reyes, *Estados Unidos, petróleo y geopolítica*, México, Instituto Mexicano del Petróleo, Plaza y Valdés, 2005, p. 111.

⁹ J. Akerman, *Teoría del Industrialismo*, España, Tecnos, 1968, p. 26.

La manera de vivir se enfocó ahora en el llamado *oro negro* y sus derivados. Desde el hallazgo de este hidrocarburo y sobre todo durante las crisis del suministro del mismo se ha pensado que esta fuente energética está punto de agotarse. “Estas aseveraciones contra los hidrocarburos surgieron a raíz de los avances importantes que se presentaron..., en las áreas de bioenergía, las telecomunicaciones y la robótica; todo esto, en el marco de la Tercera Revolución Científico Tecnológica [durante la primera década del siglo XXI]. En ese entonces se pensó que en el mediano plazo, gracias a los avances científico tecnológicos, la sociedad mundial, pero particularmente su parte industrializada, utilizaría cada vez menos el petróleo y el gas, y los sustituiría por fuentes alternas de energía, las cuales son más limpias y (...) algunas de ellas renovables”¹⁰.

Sin duda, el petróleo es el combustible más importante existente en el planeta, el cual se compone de restos de animales fósiles que se han depositado en el fondo de la Tierra desde hace millones de años. “Se le conoció porque afloraba en pequeñas cantidades...se le recogía con avidez para usarlo en medicina o en la guerra, creció la demanda de esta sustancia, y en 1859 Edwing L. Drake perforó el primer pozo comercial y desató un auge”¹¹. Conforme han pasado los años se ha convertido en la base de producción de diversas ramas de la industria por lo que también es base fundamental de la economía a nivel mundial.

El mayor consumo corresponde a los combustibles para el transporte, como los diferentes tipos de gasolina, pero sin dejar de mencionar que es parte primordial del desarrollo de la industria plástica, textil, química, entre otras.

Es inevitable preocuparse en torno a cuánto tiempo más se podrá disponer de este energético básico para la humanidad, dada la intensiva explotación que se hace del mismo. Como ejemplo, “al cierre de 2011, las reservas mundiales de petróleo¹² ascendieron a 1,652.6 miles de millones de barriles, 1.9% por arriba de

¹⁰ Miguel García Reyes, *op. cit.*, p. 103.

¹¹ Mitchell Wilson, *Energía*. México, Time Life, 1987, p. 104.

¹² Las reservas incluyen: aceite, condensados y líquidos del gas natural. Fuente: www.sener.gob.mx [consulta: 20 de julio de 2013].

2010. Los países de la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP)¹³, que en su mayoría se encuentran ubicados en las regiones de Medio Oriente y África, aportaron 72% de dicho volumen”¹⁴.

Sobre el pico del petróleo, es decir, el declive del hidrocarburo según expectativas de “organismos como el Fondo Monetario Internacional (FMI) y la Agencia Internacional de Energía (AEI), la producción petrolera mundial podría no abastecer la demanda en los próximos años. Según la Asociación para el Estudio del Pico del Petróleo y el Gas (Aspo, por sus iniciales en inglés) eso es exactamente lo que está ocurriendo ahora. Esa organización afirma que el punto máximo de la producción se alcanzó entre 2007 y 2010, y que inexorablemente descenderá. La AEI, en cambio, apunta a 2030”¹⁵.

Aproximadamente, más de la mitad de los derivados del petróleo, como las gasolinas son usados en el transporte terrestre, marítimo y aéreo. Conforme la población mundial siga en aumento y con ellas sus necesidades, también lo hará el consumo del llamado *oro negro*, lo que se vislumbra como un problema de suma relevancia para el abastecimiento energético a mediano y largo plazos, sobre todo si tomamos en cuenta que solamente unos cuantos poseen las mayores reservas de este hidrocarburo alrededor del mundo, limitando aún más su abastecimiento.

Durante el siglo XIX el gas fue casi exclusivamente utilizado como fuente de luz; su consumo permaneció muy localizado por la falta de infraestructura de transporte que dificultaba el traslado de cantidades considerables a largas distancias. En los primeros tiempos de la exploración del petróleo, el gas, derivado del mismo, era considerado como un subproducto sin interés que sólo impedía el

¹³ Integrada por: Angola, Argelia, Arabia Saudita, Ecuador, Emiratos Árabes, Irán, irán, Kuwait, Libia, Nigeria, Qatar y Venezuela. Fuente: www.sener.gob.mx. [consulta: 20 de julio de 2013]

¹⁴ Secretaría de Energía, *Prospectiva de petróleo crudo 2012- 2026*, [en línea] pp.22, México, Dirección URL: http://www.aiest.unam.mx/biblio/PPCI_2012_2026.pdf [consulta: 7 de agosto de 2013].

¹⁵ Juan N. Navarro, *¿Se termina el petróleo barato?*, La Voz, [en línea], Argentina, 25 de mayo de 2011, Dirección URL: <http://www.lavoz.com.ar/suplementos/temas/se-termina-petroleo-barato>, [consulta: 16/09/2013].

trabajo de los obreros ya que era descubierto en el momento de la perforación de los pozos. Su uso creció rápidamente como consecuencia del desarrollo de las redes de gasoductos y demás sistemas de almacenamiento.

Hoy en día, este combustible fósil es visto como una de las principales fuentes de energía, empleado tanto para el uso doméstico como el industrial; actualmente se utiliza también en la generación de electricidad. Dentro de los hidrocarburos es el menos agresivo con el medio ambiente porque no genera dióxido de carbono (CO₂)¹⁶ semejante a los que producen tanto el carbón como el petróleo.

Algunos expertos mencionan, “respecto a las reservas mundiales de gas natural, que éstas son aproximadamente 145 trillones de metros cúbicos estándar, las que están principalmente concentradas en la ex Unión Soviética y en el Medio Oriente. Y dentro de la ex Unión Soviética, Rusia tiene el 85% de esas reservas. En el caso del Medio Oriente, Irán es el país que tiene la mayor cantidad de reservas de esa zona con un 47%”¹⁷.

Es necesario señalar que “el gas es el único combustible fósil del cual se espera que aumente su participación en la demanda energética para los próximos años. Las reservas mundiales se han incrementado fuertemente en los últimos años. Cinco años atrás las reservas de gas se estimaban en 50-60 años, mientras que con el descubrimiento del gas *shale*¹⁸ y de otras fuentes no convencionales, la misma se amplió a 200 años. Esto se vio incentivado por la mejora en la tecnología de extracción y el aumento del precio del petróleo”¹⁹.

16 El dióxido de carbono es un gas componente natural de la atmósfera, tiene la propiedad de absorber parte de radiación. Fuente: Vicente Barrios, El cambio climático global, Argentina, Libros del Zarzal, 2004 p. 12.

17 Innergy soluciones energéticas, Estadísticas del gas, [en línea], Chile 2012. Dirección. URL: <http://innergy.cl/estadisticas.htm> [consulta 30 de julio de 2013].

18 Es un tipo de gas natural enquistado dentro de bloques de rocas sedimentarias formadas a partir de materiales inorgánicos. Es más versátil que el carbón, se utiliza tanto como combustible de transporte, como generador de electricidad y calor. Fue descubierto por la petrolera estadounidense Mitchell en el 2000, contribuyendo así a su incorporación definitiva al mercado energético. Fuente: S/a ¿Qué es el gas shale?, [en línea] 2013, Dirección URL: <https://www.holaluz.com/blog/que-es-el-shale-gas/>, [consulta: 7 agosto 2013].

19 S/a, *Shale Gas...nuevo factor clave para un cambio de paradigma*, [en línea], México 2012, Dirección URL: http://www.pwc.com/ar/es_AR/ar/agribusiness/publicaciones/assets/articulo_8_on24_shale_gas_noviembre_2012.pdf, [consulta 5 de agosto de 2013].

Por largo tiempo, tanto el petróleo como el gas, continuarán siendo una base preponderante de los energéticos e imprescindibles para el progreso del ser humano. De entre los principales combustibles fósiles, como ya se mencionó, también se encuentra el carbón, producto base de la Primera Revolución Industrial. Actualmente, se utiliza fundamentalmente, para la generación de electricidad. “En el mundo existen más de un billón de toneladas de carbón que se pueden obtener fácilmente; Estados Unidos tiene la mayor parte, China e India, también cuentan con una rica dotación. El consumo global es de casi cinco mil millones de toneladas al año, China es el principal consumidor”²⁰.

Por otro lado, “las estaciones generadoras por quema de carbón... emiten una mezcla de sustancias dañinas, como dióxido de azufre –que produce lluvia ácida– y mercurio. De ellas emana dióxido de carbono, uno de los gases que provoca el calentamiento global, como el que emiten todos los automóviles”²¹.

En varias partes del mundo, los ambientalistas dedicados a la búsqueda de nuevas fuentes de energía están experimentando con innovaciones tecnológicas para modificar este combustible fósil y no afectar más al medio ambiente. El uso excesivo del carbón está disparando considerablemente las emisiones de dióxido de carbono (CO₂), lo que constituye el principal componente del cambio climático.

Los combustibles fósiles en general cuentan con reservas, es decir, con yacimientos que regularmente son detectados gracias a la tecnología, los cuales, permiten extraerlos con mayor facilidad, pero conforme se intensifica su uso, también van extinguiéndose. Esto ocurrió en décadas pasadas con el carbón debido a las técnicas y equipos de minería a cielo abierto, y continúa sucediendo también con el petróleo y el gas a medida que nuevas técnicas permiten extraerlos con mayor grado de recuperación. “Hay que señalar que las previsiones geológicas de recursos de combustibles fósiles multiplican por 3 las reservas actuales,... el carbón es el combustible de mayor potencial energético. A los

²⁰ Tim Appenzeller, “La paradoja del carbón”, *National Geographic en Español*, núm. 3, vol. 18, México, marzo, 2006, p. 103.

²¹ *Ibid.*, p. 101.

ritmos actuales de consumo las reservas dan una vida útil de... 70 años para el gas natural y 200 para el carbón”²².

La disponibilidad de los hidrocarburos se irá reduciendo sensiblemente conforme las necesidades de consumo energético avancen. Esto afectará en gran medida a todos los países, pero principalmente a los industrializados, los cuales dependen fuertemente de los derivados del petróleo para su requerimiento energético; lógicamente el problema se extenderá y las disputas para disponer de combustibles serán constantes.

Desde los tiempos de la Primera Revolución Industrial hasta nuestros días, la energía que utilizamos proviene de tan sólo unas cuantas fuentes primarias, las cuales, se transforman al final en combustible y electricidad. “La demanda total de energía primaria suponen en el mundo 10 mil millones de tep. (toneladas equivalentes de petróleo) de ellas el 80% corresponde a los combustibles fósiles”²³. El siguiente cuadro muestra la evolución de los mismos:

Cuadro 1

Consumo de energía primaria. Participación por combustible (%)

Combustible	1970	1980	1990	1998	2000	2020
Petróleo	46.4	46.2	39.9	40	40.1	38.2
Gas natural	19	20.3	22.5	23.1	24	30.3
Carbón	32.1	28.4	28.6	26.2	26	24.1
Nuclear	0.4	2.8	6.6	7.4	7.2	4.4
Hidrógeno	2.1	2.3	2.4	2.7	2.7	3
Total	100	100	100	100	100	100

Fuente: Energy Information Administration 2002, en <http://www.eia.doe.gov/oia/ieo> [consulta: 28 julio 2013].

Conforme se registran menos yacimientos de combustibles fósiles, las fuentes inagotables de energía que tanto abundan en la naturaleza, tales como el sol y el viento deberán adaptarse a fin de satisfacer con ellas las futuras necesidades de la humanidad con el único objetivo de subsistir.

²² José A. Domínguez Gómez, *op. cit.*, p. 60.

²³ *Ibid.*, p. 45.

La mayoría de las actividades cotidianas están ligadas a la utilización de la energía, muchas de ellas afectan al medio ambiente, y cuando las realizamos no reflexionamos sobre el excesivo consumo de energéticos que conllevan.

La importancia del abastecimiento energético en este mundo que continuamente demanda mayores necesidades y las críticas situaciones ambientales que se unen al consumo indiscriminado de tecnologías, nos llevan a buscar soluciones alternas, tales como son las energías renovables, cuya fuente de obtención se renueva periódicamente, y representan ya una solución parcial a estas problemáticas.

1.2 El panorama internacional de las energías renovables

El siglo pasado, entre otras cuestiones, se caracterizó por un crecimiento poblacional desmedido alcanzando hasta nuestros tiempos la cifra de 7 mil millones de habitantes²⁴, así como por el consumo intensivo de los energéticos, generando como consecuencia una incidencia negativa en el medio ambiente. También el progreso tecnológico y las cambiantes necesidades de la humanidad han impactado drásticamente la vida del planeta. Uno de estos impactos son las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero que durante los últimos 150 años han contribuido a un calentamiento global inusual. Lo más probable es que, según los especialistas, este proceso se acelere aún más en un corto período.

De igual modo, indican que “del potencial del calentamiento de las emisiones de gases de efecto invernadero, el 48% corresponde al sector energético, básicamente por la quema de combustibles fósiles. El 24% corresponde a las emisiones de clorofluorocarbonos y el 13% se atribuye a la deforestación”²⁵.

24 Fuente: Robert Kunzig, “7000 millones”. *National Geographic en Español*, núm. 1, vol. 28. México, Televisa, enero, 2011, p. 10.

25 Vicente Barrios, *op. cit.*, p. 19.

Algunos expertos en el tema atribuyen a la gran cantidad de máquinas que el ser humano ha construido y que operan a partir de combustibles fósiles, tales como el carbón, la gasolina y los derivados del petróleo y el gas, las que ocupan el primer lugar en la generación de CO₂. Lo más peligroso de todo son las centrales eléctricas, las cuales utilizan carbón para generar electricidad; algunas de ellas queman cientos de toneladas y su rendimiento es tan bajo que gran porcentaje de la energía producida se pierde.

De la misma manera afirman que “el mundo aun sufrirá severos trastornos a menos que la humanidad reduzca las emisiones de CO₂ de forma drástica, y han aumentado 30% desde 1990. Se prevé que 80% de la nueva demanda energética en la siguiente década provendrá de China, India y otras naciones en desarrollo. China está construyendo el equivalente a dos plantas de carbón de tamaño mediano a la semana, y para 2007 sus emisiones de CO₂ sobrepasaban las de Estados Unidos”²⁶.

Tratar de frenar las emisiones globales será más difícil que detener únicamente las de los países industrializados, porque las economías en desarrollo, además del consumo masivo de recientes tecnologías, tienden a presentar un crecimiento permanente, lo que conlleva la construcción de nuevas fábricas. Sin embargo, la reducción de contaminantes comienza de la misma manera: enfocándose en un mejor aislamiento en casas, iluminación más eficiente en edificaciones, por ejemplo, y un adecuado rendimiento de gasolinas en transporte y procesos más inteligentes en industrias del cualquier tipo.

Debido a este preocupante fenómeno ambiental se han llevado a cabo encuentros internacionales, tales como la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, firmada en 1992 en Rio de Janeiro y, en el contexto de la misma, el Protocolo de Kyoto en 1997. Estos instrumentos de cooperación internacional, a pesar de sus limitaciones, representan los primeros pasos hacia

²⁶ Peter Miller, “Ahorro de energía, se empieza en casa”, *National Geographic en Español*, núm. 3, vol. 23, México, Televisa, marzo, 2009, p. 20.

una posible solución global con el objetivo de contrarrestar los diversos contaminantes que dañan al planeta.

Desde hace algunas décadas las nuevas generaciones de investigadores se han dado a la tarea de implementar instrumentos que coadyuven al impulso de las llamadas energías renovables, mismas que sustituirán a las tradicionales. Tales como Eick Weber, director del Instituto Fraunhofer para Sistemas de Energía Solar en Friburgo, Alemania, quien opina que la energía solar es virtualmente ilimitada, asegurando que la energía solar podría volverse tan económica o eficiente como los combustibles fósiles²⁷.

Por otro lado, el científico energético Daniel Kammen, distinguido con el Premio Nobel de la Paz, por su trabajo en el reporte *Climate Change 2007* hace énfasis en el grave consumo de combustibles fósiles teniendo como consecuencia el incremento de dióxido de carbono, por lo que propone un uso intensivo de las energías alternativas para contrarrestar el efecto de contaminación de la atmósfera²⁸.

En nuestro país destaca el Dr. Yuri Vorobiev Vasilievitch, investigador titular del Centro de Investigaciones de Estudios Avanzados (Cinvestav) campus Querétaro, quien apoya el uso prioritario “la tendencia es que la energía solar baje de precio y la convencional lo suba ya que los recursos de petróleo son restringidos, por eso no hay otro futuro, no hay otra opción, necesitamos usar energía solar, usar biodiesel biotecnología y energía eólica”²⁹.

Cabe señalar que “en los últimos años la capacidad de producción global de energías renovables creció... a tasas entre 15% y 50% anuales entre 2005 y 2010. De éstas, energías la solar fotovoltaica presentó crecimientos hasta 60% anual en

²⁷ George Johnson, “Conectados con el Sol”, *National Geographic en Español*, núm.3, vol. 25, México, Televisa, septiembre, 2009, p. 9.

²⁸ Michael Parfit, “La energía del futuro ¿Dónde conseguirá el mundo su siguiente dosis?” *National Geographic en Español*, núm. 2, vol. 17, México, Televisa, agosto, 2005, p. 15.

²⁹ S/a, “Alienta investigador utilizar energías renovables, [en línea], México, Diario Presente, 27 de septiembre de 2012, Dirección URL: <http://www.diariopresente.com.mx/section/municipios/67592/alienta-investigador-utilizar-energias-renovables/>, [consulta: 20 abril de 2014].

promedio, en el periodo citado, mientras que la producción de biocombustibles creció a tasas de 23% anual para etanol; 38% para el biodiesel, la energía eólica creció a un ritmo de 27% anual. Al mismo tiempo, el crecimiento de la capacidad total de la energía eólica se mantuvo relativamente estable en 2010, y la tasa de crecimiento de los biocombustibles se ha ido reduciendo en los últimos años”³⁰.

Como ejemplo, la solar, es una de las energías renovables que más ha avanzado en su desarrollo e implementación; desde tiempos remotos el ser humano se ha beneficiado de esta fuente.

Científicos especializados aseveran que “la Tierra está bañada por una energía equivalente a 6 mil veces la capacidad eléctrica mundial. Aún con las tecnologías actuales, podríamos generar suficiente para satisfacer la demanda docena de veces, pero a los precios actuales. [L]a infraestructura requerida para adoptar la energía solar costaría muchos más que el uso de combustibles fósiles casi... todo el potencial del planeta esta desaprovechado”³¹ por la misma razón.

Este tipo de energía se presenta como el gran recurso renovable, su potencial recuperable supera ampliamente las necesidades energéticas actuales y futuras. Representa una forma de baja densidad, requiriendo de sistemas de almacenamiento de electricidad en cantidades significativas, eso debido a que su aplicación no ha sido masificada y los instrumentos para su aprovechamiento resultan aun de alto costo.

Emilio Menéndez Pérez, autor especializado en energías renovables apunta: “la crisis del precio del petróleo de la década de los 70, elevó el interés por la energía solar, se construyeron plantas de investigación y ensayo con campos de espejos y de colectores, por ejemplo, la Plataforma Solar Almeria. En California,

30 Secretaría de Energía, “Prospectiva de energías renovables 2011- 2025”, p. 27, [en línea] 2011, México, dirección URL: <http://www.sener.gob.mx/res/PE-y-DT/pub/2011-2025.pdf> , [consulta: 1 de junio de 2013].

31 George Johnson, *op. cit.*, p. 12.

en la década de los 80, se instalaron plantas de colectores de carácter comercial, 400 MW (megawatts) de potencia, que han operado satisfactoriamente”³².

El aprovechamiento energético del sol en forma de electricidad es cada vez más intenso. El único problema que presenta es la elevada inversión inicial de capital para construir una instalación fotovoltaica a gran escala. Según el director del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de Estados Unidos, Ray Stults, se pueden “producir celdas con un costo de 10,000 dólares por centímetro cuadrado y como es evidente, muy pocas personas estarán dispuestos a comprarlas”³³. Los complejos de este tipo poseen un tiempo de amortización durante el cual, los beneficios sufragan la inversión realizada. Una vez cubiertos todos los gastos, la energía resulta gratis.

La construcción de este tipo de instalaciones modifica las condiciones ambientales del lugar, ya que se construyen donde anteriormente la vegetación y la fauna originaria habitaban, por lo que deben tomarse en cuenta muchos factores para su eficiente implementación.

Como ya se mencionó la energía solar hasta el momento se ha presentado como la opción de mayor desarrollo y la cual muestra expectativas a futuro, en ámbitos muy diversos de la sociedad, así como desde el punto ecologista como del científico.

Otra de las energías renovables con buen auge en la actualidad es la de los también llamados biocombustibles. Para abordar este tema es necesario definir la biomasa como “conjunto de organismos vivos, animales y vegetales de una determinada región, considerados colectivamente. Por lo tanto, energéticamente hablando, el concepto de biomasa es aprovechable del colectivo de organismos vivos, caracterizado por poseer como base compuestos orgánicos reducidos con

³² Emilio Menéndez Pérez, *op. cit.*, p. 78.

³³ George Johnson, *op. cit.*, p. 14.

los que se consigue un aporte energético natural y no fósil. Es decir, la biomasa es la energía que podemos obtener a partir de la materia viva”³⁴.

La biomasa proviene de todo tipo de desechos vegetales, entre ellos la leña, la paja y otros menos comunes, pero también importantes, como lo es el bagazo de caña de azúcar. En general, los biocombustibles caseros, sustitutos de gasolina y diesel, son fabricados a partir de productos agrícolas ya sea el maíz, soya o la caña.

Como mejor ejemplo en la producción de biocombustibles líquidos se encuentra el bioetanol, mismo que se produce a partir de la caña de azúcar y del maíz, básicamente. Este también llamado bioenergético, representa una alternativa para aquellos países con potenciales extensiones de tierra adecuadas para estos tipos de cultivo; además de representar una opción para cubrir el suministro de energéticos en al menos una parte, sobre todo cuando el abastecimiento de los derivados del petróleo no es suficiente.

Cabe mencionar que, por otro lado, el maíz requiere de fuertes cantidades de herbicida y de fertilizante de nitrógeno y puede erosionar la tierra más que cualquier otro cultivo. Producir etanol de maíz consume casi tanto combustible fósil como el que se reemplaza. El biodiesel de soya consume apenas un poco menos. “Los ambientalistas temen que el aumento en el precio de estos dos cultivos obligue a los agricultores a arar unos 14 millones de hectáreas de labranza marginales hasta ahora reservadas para la conservación de los suelos y de la vida silvestre, con lo que, potencialmente, se liberaría más carbono, incluso de los campos de barbecho”³⁵.

El gran ejemplo del desarrollo de la industria de los biocombustibles es Brasil, donde el etanol es de empleo común. Este bioenergético, combinado con gasolina, comenzó a utilizarse desde la década de los años 20. Cuando se suscitó

³⁴ José A. Domínguez Gómez, *op. cit.*, p. 31.

³⁵ Joel K. Bourne JR, “Sueños Verdes”, *National Geographic en Español*, Núm. 4, vol. 21, México, Televisa, octubre, 2007, p. 25.

el embargo petrolero, la OPEP inmovilizó la economía del país, entonces, el gobierno en turno otorgó fuertes subsidios y financiamientos para nuevas plantas de etanol, dirigidas por Petrobras, paraestatal administradora de los recursos petroleros con el fin de instalar tanques y bombas de etanol por todo el territorio. Según el periodista, Joel K. Bourne Jr., “a mediados de la década de los ochenta casi todos los vehículos vendidos en Brasil funcionaban exclusivamente con *álcool* (*sic*) (etanol)”³⁶.

Por su parte, Estados Unidos también es un gran productor de etanol, pero a base de maíz. En su territorio este combustible continúa funcionando primordialmente como un aditivo de la gasolina. Poco más de “1,200 estaciones de servicio distribuidas, casi solo en el *cinturón de maíz*, venden etanol, con la forma de E85 (85% etanol, 15% gasolina), que sólo puede utilizarse en motores especiales. El etanol rinde 30% menos millas por galón que la gasolina... Estados Unidos no tiene ductos importantes para el etanol y transportarlo en camión, tren o barcaza eleva el precio en otros lugares”³⁷.

Nathanael Greene, investigador experto en el tema, señala que “la clave es resolver el modo de fabricar combustible a partir de material vegetal que no sirva de alimento como lo son el olote, el pasto de las praderas, árboles de crecimiento rápido o incluso algas. Ese enfoque, junto con vehículos y comunidades más eficientes, dice Greene, podrían eliminar nuestra demanda de gasolina para 2050”³⁸.

Tanto la energía solar como la de la biomasa fungen en nuestros días como algunas de las energías renovables aplicadas con relativo éxito alrededor del mundo, construyéndose continuamente instalaciones apropiadas para su generación y posterior empleo con el fin óptimo de que la población tenga acceso a su beneficio y logre seguir llevando a cabo sus actividades diarias.

³⁶ *Ibid.*, p. 31.

³⁷ *Ibid.*, p. 27.

³⁸ *Ibid.*, p. 26.

1.3 El panorama internacional de la energía eólica

Aprovechar el viento para generar electricidad es una de las aplicaciones más importantes de la energía eólica y el instrumento utilizado para lograr esta conversión se denomina aerogenerador. Este consta de una torre, de donde sobresalen una serie de aspas de grandes dimensiones, mismas que giran gracias a la fuerza ejercida por el viento y con ella un rotor, el cual, por medio de un sistema de transmisión se conecta a un generador capaz de producir esa electricidad tan demandada por una sociedad en continuo cambio y movimiento.

Para abordar el tema de la energía eólica es necesario explicar el fenómeno del viento, el cual “aparece cuando la superficie terrestre es calentada de una forma desigual por la radiación solar incidente; este flujo hace que unos lugares se calienten más que otros, provocando una ascensión del aire caliente”³⁹, provoca una energía cinética totalmente aprovechable si es transformada en otro tipo de energía, ya sea mecánica para el impulso de embarcaciones de vela, molinos de viento, o sea eléctrica para los llamados aerogeneradores.

La fuerza del viento ha sido empleada desde siglos pasados, en primer lugar para impulsar embarcaciones de cualquier tamaño, desde los persas, pasando por los egipcios, los chinos, entre otras culturas ancestrales que disponían de máquinas eólicas construidas rústicamente.

Cabe señalar que durante la hegemonía griega y romana se llevaron a cabo avances trascendentes en el desarrollo de la energía eólica y su aplicación en la navegación, lo cual era su principal fin. A finales del siglo XIII los molinos de viento invadieron el continente europeo. Aparecieron los molinos holandeses utilizados para bombear agua.

Es importante indicar que “a pesar de que el uso de la energía eólica para el transporte y la agricultura es muy antiguo, la conversión de ésta a electricidad

39 José A. Domínguez Gómez, *op. cit.*, p. 101

pertenece al siglo XX, entre otras razones porque la electricidad aprovechable surgió en 1881⁴⁰ gracias a las invenciones de Thomas Alva Edison⁴¹.

Las energías renovables requieren de una inversión concreta inicial, misma que incrementa su valor referido a la producida al tener en cuenta las horas de disponibilidad del recurso natural, en este caso el viento, las cuales muchas veces son limitadas.

Cuando se logra la transformación de la energía cinética del viento en aprovechable esta debe ser conservada, proceso en el cual, hoy en día se invierten muchas horas de investigación y capital para conseguir el máximo rendimiento, ya que normalmente el viento no es constante durante largo tiempo. En consecuencia, se debe conservar la fuerza obtenida.

Una problemática peculiar de los vientos es que no corren en todas las estaciones del año y tampoco lo hacen siempre con la misma fuerza y velocidad. Dependiendo de las características del equipo, “la velocidad mínima requerida para que el viento pueda mover un aerogenerador es de cuatro metros por segundo, más de 14 km por hora y esto sólo ocurre en ciertos lugares de forma relativamente continua”⁴².

A las instalaciones propias de la producción es necesario añadir las de transporte y distribución, cuya inversión puede ser una cifra muy elevada, aunque depende de la situación geográfica y del grado de consumo de cada país o región. La fuerte inversión requerida, tanto en producción como en distribución, impide que los complejos eólicos sean construidos por todo el mundo.

Para poder generar energía eólica es necesario construir parques, es decir, extensas aéreas estratégicas donde son instalados los llamados aerogeneradores, los cuales son artefactos encargados de almacenar la fuerza obtenida del viento.

⁴⁰ Juan Tonda, *El oro solar y otras fuentes de energía*, FCE, 1995, México, p. 82.

⁴¹ Inventor estadounidense quien realizó aportaciones en el desarrollo y aplicación de la electricidad construyendo el foco incandescente en 1879. Fuente: Mitchell Willson, *op. cit.*, p. 121.

⁴² S/a, *Energía eólica* [en línea], Dirección URL: http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/energia_eolica. [consulta: 15 de junio de 2013].

El número de estos aparatos que tiene un parque varía, dependiendo de la superficie disponible y de las características geológicas del mismo, sobre todo también de la potencia y velocidad del viento.

Antes de instalar la infraestructura adecuada se estudian todos los aspectos necesarios; solamente ello puede tomar hasta un año en realizarse. Estos complejos son construidos en fases; cada una agrega cierta potencia según el número de aerogeneradores a instalar. Así el mismo parque eólico puede empezar con una potencia baja o media, pero después de un período considerable de expansión puede rebasar a otros parques eólicos en su capacidad.

Alrededor de “2 mil millones de personas, un tercio de la humanidad no tienen acceso a redes eléctricas. Pero también, esas inversiones nos han de hacer ver que ciertos países privatizan sus sistemas de electricidad porque no tienen capacidad de invertir para mantener y hacer crecer el servicio, garantizando el suministro a los ciudadanos. Las empresas que los compran han de reflexionar que adquieren una obligación de inversión y no sólo un negocio”⁴³.

Datos del Consejo Global de Energía Eólica (GWEC por sus iniciales en inglés), organismo internacional que apoya y mide el progreso de la energía eólica arrojan que “con inversiones anuales cercanas a 68 mil millones de dólares, el mercado global de energía eólica alcanza una producción total de 239 gigawatts”⁴⁴.

Expertos en el tema indican que los principales factores que han contribuido al crecimiento del mercado global en los años más recientes “ha sido el impulso que le han dado a este sector tanto China como India, países que en conjunto generan 50% de la energía eólica mundial; de acuerdo con el GWEC los mercados de

⁴³ Emilio Menéndez Pérez, *op. cit.*, p. 48.

⁴⁴ Nora Vasconcelos, “México entre los próximos gigantes del viento”, [en línea], México, 19 de diciembre 2012, Dirección URL: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2012/12/18/mexico-entre-los-proximos-gigantes-del-viento>, [consulta 28 de mayo de 2013].

India, Brasil y México serán los que continuarán con un crecimiento fuerte”⁴⁵ en la región de América Latina.

En el período que comprende de 2004 a 2008 “el mercado mundial para la generación eólica de electricidad... mostró un desarrollo muy dinámico. La potencia eólica mundial instalada se incrementó en más de un 60%... pasando de 47,620 MW en 2004 a 120,798 MW en 2008, es decir, en sólo esos cuatro años se instalaron 73, 178 MW”⁴⁶. Siendo la energía renovable con mayor desarrollo y rentabilidad hasta el momento.

El futuro de la energía eólica depende exclusivamente de la gestión implementada por cada administración, es decir, de las normas, programas e incentivos gubernamentales que sean aplicados con el fin óptimo de producirla y emplearla.

Cada año no únicamente crece el número de parques eólicos erigidos alrededor del planeta, sino también se incrementa la capacidad de los ya instalados. Los parques de este tipo con mayor producción están en incesante transición. Al respecto véanse a continuación los cuadros 2 y 3:

Cuadro 2
Mayores productores de energía eólica 2012

País productor	Parque eólico	Capacidad instalada
China	Gang Wind Farm	5,160 MW
Estados Unidos	Alta Wind Energy Center	1,020 MW
India	Jaisalmer Wind Farm	1,064 MW
Estados Unidos	Roscoe Wind Farm	782 MW
Estados Unidos	Horse Hollow Wind Energy Center	736 MW

Fuente: Vida Verde. *Los parques eólicos más grandes del mundo* <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Los-Parques-Eolicos-Mas-Grandes-Del-Mundo.htm>. [consulta: 21 de junio de 2013].

⁴⁵ *Idem.*

⁴⁶ Amdee, En el Mundo, [en línea], México, 2012. Dirección URL: <http://www.amdee.org/Viento/2en>, [consulta: 25 de mayo de 2013].

Cuadro 3
Grandes parques eólicos en fase de construcción o expansión

País productor	Parque eólico	Capacidad aproximada
China	Gansu Wind Farm	20,000 MW
Estados Unidos	Titan Wind Project	5,050 MW
Suecia	Markbygden Wind Farm	4,000 MW
Rumania	Dobrogea Wind Farm	1,500 MW
Inglaterra	London Array Wind Farm	1,000 MW

Fuente: Vida Verde. *Los parques eólicos más grandes del mundo* <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Los-Parques-Eolicos-Mas-Grandes-Del-Mundo.htm>. [consulta :21 de junio de 2013].

En el continente europeo, por ejemplo, donde la geografía no aporta espacios planos y/o de grandes dimensiones en tierra firme, los parques de este tipo son de menor extensión y producen en consecuencia menos energía, lo que obliga a la búsqueda de alternativas, tales como puntos estratégicos en alta mar. Sin embargo, lo anterior no reduce su valor como fuente de energía limpia y sobre todo aprovechable. “De hecho, en 2010 los países que utilizaron la energía eólica en mayor porcentaje a comparación de su consumo total de energía fueron Dinamarca (21%), Portugal (18%), España (16%), Irlanda (14%) y Alemania (9%)”⁴⁷.

Durante el año 2010, “la energía eólica en el mundo aumento su capacidad instalada en 39 GW. Esto representó un incremento del 24% con respecto a los registrado en 2009 y llevó la capacidad instalada total hasta 198 GW. Las adiciones de 2009 fueron equivalentes a casi la cuarta parte del total de las instalaciones globales y, la capacidad acumulada se duplicó en menos de tres años”⁴⁸.

Otros mercados alrededor del mundo están empezando a despuntar, dada la necesidad constante de cubrir las nuevas necesidades de una población cada vez

⁴⁷ S/a, *¿Qué factores se toman en cuenta para instalar parques eólicos?*, [en línea], Dirección URL: <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Los-Prques-Eolicos-Mas-Grandes-Del-Mundo.htm>, [consulta: 13 de julio de 2013].

⁴⁸ Secretaría de Energía, *Prospectiva de energía renovable 2011- 2052*, op. cit., p. 32.

más dinámica y exigente y sobre todo en incesante incremento. Es el caso de “América Latina y el Caribe, en donde, la capacidad total instalada se incrementó 54% durante el 2010, con Brasil y México invadiendo cada uno alrededor de 0.3 GW. Sin embargo, esta zona todavía representa una proporción muy pequeña de la energía eólica mundial. En África y Medio Oriente, por lo menos 11 países de la región instalaron comercialmente parques eólicos a finales de 2010. Egipto añadió 0.1 GW de un total de 550 MW más que cualquier otro país de África, y Marruecos inauguró el parque Dahr Saadane (140 MW)”⁴⁹.

La tendencia internacional es la expansión en el tamaño de los parques eólicos tanto en tierra como en mar, limitados principalmente por el costo que implica la infraestructura adecuada, tales como son las líneas de transmisión a los puntos de interconexión, subestaciones, precios de permisos y licencias, principalmente.

Por otra parte, también se ve impulsada la realización de proyectos comunitarios usando pequeñas turbinas para electrificación rural, el fomento de inversores de bajo costo para la interconexión a la red eléctrica, así como proyectos en una amplia variedad de puntos geográficos con potencial hasta ahora desperdiciados.

En general conforme la población humana ha ido en aumento a la par lo ha hecho el consumo de energía, dado los importantes saltos tecnológicos, así mismo el hombre ha abusado del uso de los combustibles fósiles, tales como el petróleo, el gas y el carbón, afectando considerablemente al medio ambiente y contribuyendo así al fenómeno del cambio climático.

Desde hace algunas décadas se ha convertido en un reto básico la búsqueda de nuevas alternativas, así como la administración óptima de los recursos y es de la propia naturaleza de donde el hombre echa mano con la ayuda de innovaciones tecnológicas.

⁴⁹ *Ibid.*, p. 33.

Desde la antigüedad, el viento, ha sido una de las fuentes de energía utilizadas por el ser humano, misma que ofrece en la actualidad mejores perspectivas, no únicamente para un futuro inmediato, sino para el presente mismo. México, siendo un país privilegiado geográficamente con este recurso, debido, más que a la falta de financiamiento, al interés del gobierno federal y de la propia iniciativa privada, su explotación no es la adecuada. Sin embargo, atraídos por el enorme potencial eólico de varias regiones en nuestro país, algunos inversionistas extranjeros, principalmente españoles, instalan empresas productoras de este tipo de energía, pero sin contar con una buena gestión y regularmente trastocando los derechos de los pobladores.

A partir de todo lo anterior y una vez precisado el panorama energético mundial, tanto de los combustibles fósiles como de las energías renovables y en particular de la eólica, se llevará a cabo el análisis pertinente y específico sobre el recurso potencial que en éste ámbito presenta nuestro país, así como de sus avances y limitaciones hasta el momento en la aplicación de este tipo de energía.

CAPÍTULO 2

SITUACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

2.1 Orígenes y panorama actual de la energía eólica en México

México, básicamente, se abastece de la energía generada por las fuentes primarias disponibles, como son los hidrocarburos, “de los que depende 85% de nuestro consumo energético”⁵⁰, y debiendo cubrir la fuerte demanda que representa tanto el crecimiento poblacional como el industrial, y sobre todo la de las ciudades en expansión.

Cada vez más gobiernos están apostando por nuevas oportunidades de abastecimiento energético, como lo son las energías renovables. Sin embargo, por ejemplo, en “2006 el gasto energético fue cubierto en un 82.6% con hidrocarburos –de los cuales 59% eran crudo y condensados- y otro 6% con carbón. El restante 11.4% de nuestros requerimientos fue cubierto con biomasa (4.8%), energía hidráulica (4.2%), energía nuclear (1.6%) y geotermia (0.9%); el viento sólo contribuía con 0.006% y la energía solar no se menciona”⁵¹.

El objetivo del desarrollo nacional debiera ser ecológicamente sustentable, tanto en lo referente al medio ambiente local como a nivel global, recordemos que el Gobierno Federal también suscribió el Protocolo de Kioto. Pero los datos anteriores demuestran que continúa existiendo una fuerte dependencia de los hidrocarburos.

En nuestro país, “las más importantes implicaciones que se desprenden del escenario a largo y mediano plazos son: contener la importación de energéticos en un nivel manejable a largo plazo; dar máxima prioridad a los energéticos renovables, y entre estos a los que no son combustibles; tomar medidas estrictas y eficaces para terminar con el dispendio y desperdicio en la producción y la utilización de energía; dar prioridad al desarrollo de energéticos que resulten en nuevos empleos, que no compitan con la producción alimentaria y química, y

50 Fernando del Río y Roger Magar, “La encrucijada de la energía. 1. El pico del petróleo”. (coordinador Jorge Flores Valdés). Panorama energético de México, México, Consejo Consultivo de las Ciencias 2011. p. 20.

51 *Ibid.*, p. 21.

además satisfagan las necesidades energéticas del sector más desprotegido de la sociedad”⁵².

Al igual que otros países, el nuestro ha participado en el impulso de la energía eólica y se ha beneficiado de la misma, aunque en baja medida. Desde décadas atrás se han llevado a cabo proyectos de investigación y desarrollo sobre ella. A continuación una breve reseña de su origen y su situación actual.

El centro público de investigación pionero en el fomento de la energía eólica en nuestro país es el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE), el cual, en 1977 comenzó un análisis detallado sobre las condiciones meteorológicas del territorio, siendo apoyado por el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) con el fin primordial de poder delimitar el potencial eólico de México.

Sin lugar a dudas, fue un arduo trabajo, para el SMN digitalizar los registros día a día de las observaciones meteorológicas en los años setenta y al IIE otros tantos en depurar y procesar los datos meteorológicos del SMN, para así calificar el viento, su estacionalidad, vientos dominantes y energéticos, pero no así para determinar el potencial energético eólico de un territorio en específico.

Había comenzado la búsqueda de nuevas fuentes alternas para la generación de energía en el país, encontrando en el viento una gran oportunidad. Fue entonces, cuando se dio inicio a un programa especial de aprovechamiento del mismo, siendo impulsado por el IIE y la Comisión Federal de Electricidad (CFE), los cuales construyeron en conjunto la Estación Experimental Eoloeléctrica nombrada “El Gavillero”, derivado el nombre de la población ubicada en el municipio de Huichapan, en el estado de Hidalgo debido a las características de los vientos que ahí soplan.

Cabe señalar que “inicialmente se pretendía energizar el ejido ya electrificado y con servicio a partir de una microcentral eólica, integrada por dos aerogeneradores australianos *Dunlite* de 2 KW cada uno, un banco de baterías y

52 *Ibid.*, p. 40.

un inversor de 6 KW para alimentar la red de distribución del poblado... El régimen de vientos del lugar producía exceso de energía en verano y déficit en invierno para el consumo normal del poblado”⁵³.

Esta primera estación experimental se mantuvo en funcionamiento hasta 1996, posicionándose como punto clave de evolución y prueba de varios tipos de aerogeneradores, que después continuaron siendo utilizados en otras regiones del país y por distintas organizaciones especializadas en el tema eólico, tales como la VITA (Volunteers in Technical Assistance), la Fundación General Electric, entre otras; dichos financiamientos permitieron habilitar un taller móvil y la edificación de un túnel de viento en Temixco, Morelos.

Pero como era de esperarse, con el tiempo “los recortes presupuestales obligaron a concentrarse nuevamente en pequeños aerogeneradores... desarrollándose el Avispa, equivalente ahora a 6 paneles fotovoltaicos de 50 watts pico lo que permitiría en una vivienda rural, energizar el alumbrado con lámparas fluorescentes compactas, el radio durante el día y la televisión en la noche, así como un pequeño refrigerador, ya que proporcionaría del orden de 50 KWh al mes, en condiciones adecuadas de viento”⁵⁴.

A su vez el Instituto de Investigaciones Eléctricas implementó el proyecto Sistemas Energéticos Integrados y “contratado por la Gerencia General de la Electrificación Rural de la CFE con el objetivo de analizar alternativas de tecnologías sencillas de bajo costo y fáciles de operar para suministrar energía a pequeñas comunidades no electrificadas y alejadas de las líneas de distribución para su aplicación en actividades productivas”⁵⁵.

Estos proyectos fueron aplicados principalmente como forma experimental en diversas zonas rurales, siendo la eólica, la energía renovable una de las de mayor

⁵³ Verónica Velázquez Valdez, *Aprovechamiento de la energía eólica en México*, (Tesis de Ingeniería), Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2001, p. 13.

⁵⁴ *Ibid.*, p. 16.

⁵⁵ *Ibid.*, p. 17.

empleo, en una primera fase para el bombeo de agua y en una segunda para la producción de electricidad.

Conforme se fueron realizando diversos avances en la materia, en la década de los 80's otras instituciones educativas y sobre todo aquellas enfocadas a la investigación fueron parte del fomento al uso de esta energía, tales como: el Instituto de Investigaciones Biológicas de Baja California, la Universidad Veracruzana, la UAM Azcapotzalco, el Instituto de Ingeniería de la UNAM y el Instituto Politécnico Nacional.

Poco a poco se llevaron a cabo otros estudios y “en 1984, el Instituto de Investigaciones Eléctricas elaboró el primer mapa de vientos máximos de la República Mexicana, así como un sistema electrónico que permite conocer con bastante precisión las características fundamentales del viento en un lugar determinado”⁵⁶.

En esos años básicamente “el aprovechamiento de la energía eólica en México se limita[ba] a las aerobombas de eje horizontal y aspas múltiples instaladas en localidades rurales del norte y sureste del país”⁵⁷. En ese tiempo debido a la incipiente industria eólica en el territorio nacional, únicamente existía un fabricante de los insumos fundamentales como lo son las aerobombas y los aerogeneradores. Los anteriores fueron construidos después de las etapas de prueba y demostración y para ello se instalaron dos unidades, una de ellas en el estado de Michoacán y la otra en la zona del Ajusco como parte de un proyecto piloto.

Los esfuerzos se concentraron esencialmente en rediseñar equipos ya implementados en otros países pioneros en este campo, como lo son Alemania y Dinamarca y adecuándolos así a la disposición de materiales y mano de obra calificada en México. Fue entonces cuando se puso en proceso de construcción un prototipo de aerobomba mecánica, de la cual fueron instaladas dos en la

⁵⁶ Juan Tonda, *op. cit.*, p. 86.

⁵⁷ *Idem.*

comunidad de San Rafael en el estado de San Luis Potosí con miras a electrificar zonas rurales aledañas.

Como señala la Revista Digital Universitaria en México, “la tecnología de conversión de viento a electricidad ha experimentado avances importantes; basta señalar que en la década de los ochentas se producían equipos de 100 KW y se probaban prototipos de 300 KW; actualmente se comercializan unidades de 2 MW y mayores”⁵⁸.

La capacidad eólica de un país o región depende tanto del número, expansión y calidad de sus áreas explotables, es decir, aquellas en donde la fuerza y velocidad del viento sea la suficiente para mover los aerogeneradores. “Por ser el viento una fuente variable, la calidad de un sitio se determina mediante el factor de planta (FP), que mide la proporción de electricidad generada respecto a la que se hubiese obtenido de funcionar todo el tiempo el aerogenerador a su potencia nominal”⁵⁹.

México cuenta con varias regiones con potencial eólico “excelente” y también “muy bueno” para la producción de electricidad como “la Venta en el Istmo de Tehuantepec, con Factores Planta mayor a 45% y con vientos superiores a los 6.7 m/s, y como las penínsulas de Baja California y Yucatán, y varios sitios del norte de Zacatecas hasta la frontera con Estados Unidos, todos con Factores Planta también superiores a 45 por ciento”⁶⁰.

Es de suma importancia destacar el potencial que a veces existe en regiones específicas, es el caso del Istmo de Tehuantepec, donde se registra una fuerza de “40 GW [estimándose conservadoramente el potencial nacional] en un mínimo de 125 GW. Sin embargo, al tomar en cuenta todas las zonas con vientos excelentes

⁵⁸ Roberto Cárdenas Tovar y Gaffie Zaldívar Urquiza, *Central Eólica La Venta II*, [en línea], p. 3. México, UNAM, 10 de diciembre de 2007, Dirección URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/int90.htm#>, [consulta: 5 de septiembre de 2013].

⁵⁹ Roger Magar y Fernando del Río, “La encrucijada de la energía. 2. Opciones para el futuro”, (coord. Jorge Flores Valdés), *Panorama energético de México*, México, Consejo Consultivo de las Ciencias 2011. p. 41.

⁶⁰ *Ibid.*, p. 42.

[en el país] e instalar en ellas 8MW/ Km cuadrados –que es el máximo técnicamente posible- el potencial eólico [nacional] superaría los 430 GW”⁶¹.

Es sabido que nuestro país posee grandes recursos naturales y también gracias a su posición geográfica con ventajas meteorológicas contando con áreas propicias para la producción de energía eólica, como ya se señaló “particularmente la región del Istmo de Tehuantepec presenta velocidades de viento ideales para este tipo de generación. Por este motivo la CFE decidió instalar un primer proyecto experimental... mediante el cual se comprobó el potencial de la región atrayendo importantes inversiones para el desarrollo de nuevos parques”⁶².

El Instituto de Investigaciones Eléctricas había hecho ya todo tipo de mediciones correspondientes en esta región y la catalogó como una de las regiones de mayor potencial a nivel nacional.

La llamada Central CE La Venta I se encuentra en operación comercial desde 1994, siendo la primera en toda América Latina y comenzado con solamente “7 aerogeneradores de 225 KW cada uno instalados sobre torres tubulares de 30 m de altura, para una capacidad total de 1.5 MW”⁶³ esto como parte de una licitación pública llevada a cabo por la Comisión Federal de Electricidad.

Con dicha central “cada año se sustituye la combustión de 8,805 barriles de petróleo y se evita la emisión de 4,490 toneladas de CO₂ a la atmósfera”⁶⁴. Para los primeros 10 años de operación, “los registros de producción de la central... fueron sobresalientes, con un factor de planta mayor de 50% para el primer año de operación y un promedio de 40%”⁶⁵. Fue hasta el 2006, cuando finaliza “el montaje

⁶¹ *Idem.*

⁶² S/a, “Energía Renovable”, [en línea], México 2012, CFE, Dirección URL: http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/Desarrollo_Sustentable/energiarenovable/Paginas/energiaeolica.aspx [consulta: 1 de septiembre de 2013].

⁶³ Roberto Cárdenas Tovar y Gaffie Zaldívar Urquiza, *op. cit.*, p. 3.

⁶⁴ S/a, “Primer Foro de Energías Renovables y Cambio Climático”, [en línea], México 2011, CFE, p. 2. Dirección URL: http://www.ciedd.oaxaca.gob.mx/foro/info/pdf/b3carlos_garcia_aguilar.pdf , [consulta: 4 de septiembre 2013].

⁶⁵ Roberto Cárdenas Tovar y Gaffie Zaldívar Urquiza, *op. cit.*, p. 3.

de un total de 98 aerogeneradores que conforman la ampliación de la Central Eoloeléctrica La Venta, Oaxaca”⁶⁶.

Una de las principales empresas que operan en la región es la española *Acciona* con 556.5 MW distribuidos en un total 4 parques eólicos, lo que representó el 30% de la potencia operativa en el país hasta el 2012. Hasta el momento la compañía ha invertido alrededor de 18 mil millones de pesos desde que comenzó su presencia en el país en 1978. Inversión que se ha dirigido sobre todo al desarrollo de la tecnología especializada⁶⁷.

Como ya se hizo mención, existen varias regiones en nuestro territorio con el recurso eólico necesario, sin embargo; también se dan circunstancias que no permiten la instalación del equipo *ad hoc* para la producción de energía y el aprovechamiento del recurso al 100%.

Actualmente México cuenta con “una capacidad instalada de 1,400 MW producidos a través de energía eólica, lo que equivale a 2% de la energía total del país”⁶⁸...la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) asegura que cada megawatt de capacidad instalada tiene un costo de 2 mdd. En los cuadros 4 y 5 se enlistan los parques eólicos en operación en el país, comenzando con los existentes tan solo en el estado de Oaxaca.

Se ha hecho ya mención de los estudios incesantes del “Instituto de Investigaciones Eléctricas ... para establecer el potencial eoloenergético nacional. Estas estimaciones se basan en el supuesto de que sólo 10% del área total con potencial es aprovechable para la instalación de parques eólicos debido a factores orográficos, ambientales, sociales y de factibilidad técnica y económica, como resultado, el potencial energético del recurso eólico estimado en el territorio

⁶⁶ S/a, Primer Foro de Energías Renovables y Cambio Climático, *op. cit.* p. 3.

⁶⁷ Acciona México, disponible en: www.accionamx.com

⁶⁸ S/a, *México podría tener 7 parques eólicos más este año*, [en línea], México 2013, Dirección URL: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/01/23/mexico-podria-tener-7-parques-eolicos-mas-este-ano> [consulta: 8 de mayo 2013].

nacional es del orden de 71 mil MW considerando factores de planta superiores al 20%”⁶⁹.

Cuadro 4
Parques Eólicos en operación en el estado de Oaxaca

Proyecto	Esquema	Desarrollador	Turbinas	FOC	MW
La Venta	Obra pública financiada	CFE	Vestas	1994	1.6
La Venta II	Obra pública financiada	CFE	Gamesa	2006	83.3
Parques ecológicos de México	Autoabastecimiento	Iberdrola	Gamesa	2009	79.9
Eurus fase I	Autoabastecimiento	Cemex // Acciona	Acciona	2009	37.5
Eurus fase II	Autoabastecimiento	Cemex // Acciona	Acciona	2010	212.5
BiiNee Stipa	Autoabastecimiento	Iberdrola	Gamesa	2010	26.35
La Mata La Ventosa	Autoabastecimiento	Eléctrica del Valle de México	Clipper	2010	67.5
Fuerza Eólica del Istmo	Autoabastecimiento	Peñoles	Clipper	2011	50
Fuerza Eólica del Istmo II	Autoabastecimiento	Peñoles	Clipper	2012	30
La Venta III	Productor independiente	CFE // Iberdrola	Gamesa	2012	102
Oaxaca II, III y IV	Productor independiente	CFE// Iberdrola	Acciona	2012	306
Oaxaca I	Productor independiente	CFE // EYRA	Vestas	2012	101
Bii Nee Stipa II	Autoabastecimiento	Gamesa / ENEL	Gamesa	2012	74
Piedra larga Fase I	Autoabastecimiento	Renovalia / DEMEX	Gamesa	2012	90
Bii Nee Stipa III	Autoabastecimiento	Gamesa / ENEL	Gamesa	2012	70

Fuente: [http://www.amdee.org/Recursos/Proyectos_en México](http://www.amdee.org/Recursos/Proyectos_en_México). [consulta:29 junio 2013] Total: 1331.65 MW

Cuadro 5
Proyectos eólicos en operación en México

Proyecto	Estado	Esquema	Desarrollador	FOC	MW
La Rumorosa	Baja California	Autoabastecimiento	Gobierno BC	2010	10
Arriaga	Chiapas	Autoabastecimiento	Grupo Salinas	2012	28.8
Total: 38.8 MW					

Fuente: [http://www.amdee.org/Recursos/Proyectos_en México](http://www.amdee.org/Recursos/Proyectos_en_México). [consulta: 29 de junio de 2013]

Como se puede apreciar, Oaxaca es, hasta el momento, la entidad en donde se ha desarrollado casi en su totalidad la energía a partir del viento, construyéndose así parques de este tipo erigidos en gran parte por empresas privadas, varias de ellas extranjeras, pero sin dejar de lado la gestión gubernamental, en este caso

⁶⁹ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Energías Renovables 2011- 2025*, op. cit., p. 20.

por la Secretaría de Energía, principalmente, ya que es la dependencia facultada para dichas cuestiones. A continuación se realizará un breve análisis de la participación de los diferentes actores inmersos en el tema.

2.2 Actores involucrados

2.2.1 Gubernamentales

México es primordialmente consumidor de combustibles fósiles en general y en específico productor significativo de petróleo; “considerando la preocupación justificada por el medio ambiente y la disponibilidad de energías renovables, es importante desarrollar un nuevo modelo energético basado en el ahorro, en el uso eficiente de energía y en enfatizar el uso de las energías alternativas”⁷⁰.

Durante algunas décadas el gobierno federal implementó e impulsó “programas y acciones que se han instrumentado para el ahorro y uso eficiente de energía en un esfuerzo de racionalización. Entre otros destacan: la Normalización de la Eficiencia Energética, el Programa de Ahorro de Energía en Inmuebles de la Administración Pública Federal, el Horario de Verano, el Programa de Ahorro de Energía en Iluminación Doméstica y los Programas de Ahorro de Energía en Instalaciones Industriales, Comerciales y de Servicios Públicos”⁷¹, entre otros.

En nuestro país, el tratamiento de energías renovables está regulado por un marco legal específico: la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), la cual, “establece la presentación anual de la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, a través del cual el Gobierno Federal impulsará las políticas, programas, proyectos y acciones encaminados a conseguir una mayor utilización de las energías renovables y las tecnologías limpias”⁷². Al

⁷⁰ Jorge Flores Valdés, *op. cit.*, p. 151.

⁷¹ *Ibid.*, p. 150.

⁷² Secretaría de Energía, *Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*, [en línea], p. 11. México, 2011, Dirección URL: <http://www.energia.gob.mx/res/0/Estrategia.pdf>, [consulta 20 julio 2013].

respecto, la formulación de planes, programas y estrategias federales orientados al cumplimiento de estos temas, incluye aspectos relacionados con la transición energética y la sustentabilidad ambiental, como la ya mencionada de la Estrategia Nacional, el Programa Sectorial de Energía y el Plan de Desarrollo Nacional.

Esta ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación en noviembre de 2008 y en ella principalmente se delimita la planeación y regulación de la generación de energía a partir de las fuentes naturales. Consta de 31 artículos en los que se señalan las instancias gubernamentales facultadas para dicha acción y quienes son los principales participantes en la práctica: la Secretaría de Energía, la Comisión Reguladora de Energía, la Comisión Federal de Electricidad y en su momento la extinta Compañía Luz y Fuerza del Centro; Además, en la misma ley se determinan las bases necesarias para la participación de actores empresariales.

En la política nacional las energías renovables han estado incluidas de distintas maneras, pero es la primera vez que ocupan un lugar sobresaliente en el Programa Nacional de Desarrollo. Es necesario hacer mención que por ejemplo, “el Programa Sectorial de Energía 2007- 2012, retoma los objetivos y estrategias del Programa Nacional de Desarrollo y propone (...) el impulso de las energías renovables”⁷³, pero debido a dificultades de tipo político, económico y social el aprovechamiento óptimo dista de mucho de lo que hoy en día se logra.

A nivel estatal, las entidades generalmente se rigen por la Ley de Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), pero al menos 9 entidades cuentan con una legislación en este ámbito, “no todos los ordenamientos son especializados en la materia, pero en algunas leyes de coordinación, desarrollo económico y ambientales se prevé el aprovechamiento y uso de energías renovables”⁷⁴.

⁷³ Secretaría de Energía, *Introducción*, [en línea], México, 2012. Dirección URL: <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1669&lang=1> [consulta: 2 de septiembre 2012].

⁷⁴ Secretaría de Energía, *Prospectiva de Energías Renovables 2011- 2025. op. cit.*, p. 62.

Cuadro 6
Leyes estatales relacionadas con energías renovables

Estado	Leyes
Chiapas	Ley ambiental para el estado de Chiapas, ley orgánica del Instituto de Energías Alternativas, Renovables y Biocombustibles
Oaxaca	Ley de Coordinación para el fomento del Aprovechamiento Sustentable de las Fuentes de Energía Renovable
Sonora	Ley de Fomento de Energías
Durango	Ley para el fomento, uso y aprovechamiento de las fuentes renovables renovables de energía del estado Durango y sus municipios
Coahuila	Ley de uso racional de energía en Coahuila
Morelos	Ley de desarrollo económico sustentable del estado libre y soberano de Morelos
Quintana Roo	Ley de desarrollo económico y competitividad para el estado de Quintana Roo
Nuevo León	Ley de desarrollo rural integral sustentable del estado de Nuevo León

Fuente: Secretaria de Energía; Prospectiva de Energías Renovables 2011- 2025. op. cit. p. 62.

Dada la problemática suscitada en la producción de energía eólica, donde, por ejemplo, se confrontan los inversionistas con los dueños de los terrenos a ocupar, principalmente por la inconsistencia legal en los convenios previos, es necesario legislar específicamente al respecto tomando en cuenta la serie de conflictos que esto provoca.

Como ya se mencionó anteriormente, existen normas y ordenamientos legales generales, pero es necesario revisar y actualizar el marco regulatorio para el aprovechamiento de las fuentes de energías renovables, en específico la que atañe al presente estudio, la eólica. Las nuevas disposiciones, además de explícitas, deberán ser supervisadas tanto por las autoridades correspondientes, como por pobladores afectados y el municipio al cual pertenecen para su cabal aplicación.

2.2.2 Empresariales

A nivel nacional se aplican incentivos relevantes para las compañías dedicadas al tratamiento de las energías renovables, por ejemplo, la “deducción del 100% en el primer año de operación de la inversión total en equipo de generación y almacenamiento utilizada hasta por 12 meses para proyectos de autoconsumo;

cargo de transmisión fijo para toda la red nacional independiente del punto de inyección y/o el de consumo, a un costo reducido con respecto al cargo convencional para otras tecnologías. Además, en los últimos 5 años la inversión en el sector eólico mexicano rebasó los 2 mdd, hasta ahora una de las más importante en energías (...) a nivel mundial”⁷⁵.

La participación de las empresas también se regula bajo los lineamientos fijados por la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, en la cual se señala que “podrá ser generador la persona física de nacionalidad mexicana o moral constituida conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional que genere electricidad a partir de energías renovables”⁷⁶. Pero realmente las fuertes compañías inversoras en energía eólica en nuestro país son de nacionalidad extranjera.

Anteriormente, se ha señalado que en México es el Istmo de Tehuantepec la zona mayormente desarrollada en cuanto a la instalación de parques eólicos, con la participación de varias empresas con capital tanto nacional como extranjero, han invertido en la producción de este sector.

En la última década, sobre todo, han llegado al país compañías especializadas en el sector impulsando proyectos eólicos importantes, algunas de ellas de nacionalidad extranjera como Acciona, EDF, Macquaire, Gamesa, Iberdrola, ENEL, EYRA, Vestas, Clipper y Renovalia, principalmente; las cuales, son productoras de energía eólica o constructoras de la maquinaria necesaria para la misma. Asimismo, empresas nacionales tales como: Peñoles, CEMEX y Eléctrica del Valle de México participan en esta “nueva” industria en el país.

⁷⁵ AMDEE, *México Windpower 2012 potenciará la expansión del mercado de la energía eólica en el país*, México, 2012, Dirección URL: <http://www.amdee.org/announcements/mexico-windpower2012potenciara-la-expansion-del-mercado-de-energia-eolica-en-el-pais> , [consulta: 7 de septiembre de 2013].

⁷⁶ S/a, Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, [en línea] México, 2008, p. 3, Dirección URL: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf , [consulta: 20 de septiembre de 2013].

Cabe resaltar también que “empresas líderes como Walmart, Grupo Bimbo, Grupo Modelo, Mittal, CEMEX, Grupo Herdez... se abastecen con energía generada por el viento, lo que les ha permitido impulsar la reducción de sus gastos de energía, [así como] realizar estimaciones financieras con un costo fijo de producción eléctrica más confiable sin estar supeditadas a las cotizaciones volátiles del mercado de hidrocarburos”⁷⁷.

Un ejemplo claro de lo anterior es el proyecto realizado “con una inversión total de 200 millones de dólares, 65 instalaciones de Grupo Bimbo con 90 megawatts de capacidad instalada de energía eólica, bajo la modalidad de autoabastecimiento, con la entrada en operación del parque eoloeléctrico Piedra Larga, ubicado en Unión Hidalgo, Oaxaca”⁷⁸.

Este es un proyecto llevado a cabo en conjunto de la compañía Desarrollos Eólicos Mexicanos (Demex), filial de Renovalia Energy originaria de España y responsable de la construcción y operación, junto con Grupo Bimbo en todo el territorio nacional. Para dicha construcción, “desde hace cuatro años se había concretado el acuerdo con (...) Demex, con quien fijaron un precio por el servicio que representa dicho ahorro con respecto a la tarifa que hasta ahora habían estado pagando con la Comisión Federal de Electricidad”⁷⁹.

Para tal complejo, “Demex aportó entre 25% y 30% del capital total, mientras que el resto es financiamiento diferido de la banca de desarrollo a través de Banobras, FONADIN (Fondo Nacional Para el Desarrollo de Infraestructura), Nafin y Bancomext, así como de las filiales en México de las españolas la Caixa y Santander, además del banco portugués Espírito Santo”⁸⁰. Con la construcción de

⁷⁷ *Idem.*

⁷⁸ Ulises Juárez, “Bimbo estrena parque eólico en Oaxaca”, [en línea], 30 de octubre de 2012, Dirección URL: <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2012/10/30/bimbo-ya-tiene-energia-limpia>, [consulta 20 de septiembre de 2013].

⁷⁹ S/a, “Bimbo pone en marcha parque eólico en Oaxaca”, [en línea], México, *El Economista.com.mx*, 30 de octubre de 2012, Dirección URL: <http://www.eleconomista.com.mx/industrias/2012/10/30/bimbo-pone-marcha-parque-eolico-oaxaca>, [consulta: 20 de septiembre de 2013].

⁸⁰ Ulises Juárez, *op. cit.*

este tipo de complejos se logra evitar la emisión de miles de toneladas de contaminantes y sobre todo de CO₂ a la atmósfera.

Otro ejemplo, aunque en menor proporción sobre la utilización de energía eólica por parte de corporaciones para su autoconsumo, es la iniciativa de la transnacional Walmart, la cual, “entró en vinculación con Eléctrica del Valle de México para el suministro de energía renovable y el cumplimiento de las metas de sostenibilidad... Dicho proyecto proporciona energía eólica, generada en el parque eólico La Ventosa en Oaxaca, a 348 instalaciones”⁸¹ de esta corporación en territorio nacional, lo cual, representó aproximadamente el 18% de su consumo energético en 2010.

Dentro de los principales “objetivos en sustentabilidad de la compañía en México para 2020, es obtener 3,000 Gigawatts (GW) de energía renovable, equivalentes al consumo de energía de Yucatán durante 2011, por lo cual, en los últimos años se han invertido cerca de 2, 000 millones de pesos”⁸².

Por otro lado, existe una colaboración destacada entre los actores gubernamentales y empresariales en el ámbito de producción y aprovechamiento de la energía eólica; destacando entre ellos el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, creado por la propia Secretaría de Energía para colaborar con los distintos actores.

La Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), por su parte, se compromete a apoyar el empleo de esta energía en el país representando a los principales productores privados de la industria; así como el trabajo conjunto con el gobierno federal e impulsar la regulación apropiada con miras a un desarrollo sustentable posible de la energía en nuestro país.

⁸¹ Claudia Tejeda, “Walmart operará con energías limpias en México”, [en línea], México, El Economista.com.mx, 3 de septiembre de 2013, Dirección URL: http://www.igs.org.mx/e/caso_walmart [consulta 1 de octubre de 2013].

⁸² Nayeli González, “Planea Walmart desarrollar proyectos eólicos”, [en línea], México, Milenio, 22 de enero de 2013. Dirección URL: www.milenio.com/cdb/doc/.../bff419b64e6d60a9003ef1818f25ca8e, [consulta: 1 de octubre].

Igualmente, se recibe el apoyo de organizaciones internacionales, tales como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Corporación Internacional de Financiamiento (IFC) del Banco Mundial, los cuales pretenden fomentar el beneficio de la aplicación de estas fuentes.

Es verdad que en el territorio nacional las energías renovables y en específico la eólica representan enormes ventajas de ahorro en el consumo de electricidad, sobre todo para grandes organizaciones como las ya mencionadas. Pero también, es verdad que las instalaciones eólicas provocan alteraciones en las regiones en las que son erigidas, y sobre todo cambios en la vida cotidiana de sus habitantes como a continuación se analiza.

2.2.3 Sociales

Durante los últimos años la construcción de las centrales eólicas en el territorio nacional, pero sobre todo en la zona del Istmo de Tehuantepec, donde primordialmente se han llevado a cabo estos grandes proyectos, ha creado inconformidad entre los pobladores, “en primer lugar, porque las empresas no han pagado un precio justo por la renta de las tierras, en segundo, porque los representantes de las empresas siguen cooptando a personajes claves de las comunidades”⁸³, muchas veces tratando de persuadirlos de exigir lo justo.

Al comienzo de la puesta en marcha de “La Venta I en terrenos ejidales, [el gobierno] se comprometió a pavimentar las calles, abastecer con electricidad y agua potable a las comunidades a cambio de que la asamblea ejidal permitiera instalar 7 aerogeneradores ... Años después, los ejidatarios se darían cuenta que sus tierras y el recurso del viento presente en la zona, serían codiciados por empresas extranjeras”⁸⁴.

⁸³ Teresa de Jesús Portador García, *Claroscuros en el futuro energético de América Latina: el corredor eólico en el istmo oaxaqueño*, (Tesis de Maestría), Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, p. 108.

⁸⁴ *Ibid.*, p. 109.

Debido a lo anterior, “integrantes de organizaciones sociales como la Unión de Comunidades Indígenas de la Zona Norte del Istmo y del Centro de Derechos Humanos Tepeyac, mencionaron que el gobierno federal y estatal planeaban un gran proyecto en el Istmo que afectaría a las tierras de los ejidatarios”⁸⁵.

Conforme fueron construyéndose más estaciones eólicas en la región, los dueños de terrenos aledaños comenzaron a asociarse con otras comunidades cuyos derechos e intereses serían perjudicados, pero gracias al respaldo de organizaciones sociales llevaron a cabo manifestaciones, presentando además demandas contra la Comisión Federal de Electricidad y amparos para revocar los contratos de arrendamiento realizados con varias compañías.

Al paso de los años se realizaron diversas reuniones y en el “2005 comuneros, ejidatarios, autoridades agrarias y ciudadanos de comunidades istmeñas así como organizaciones regionales e internacionales, ambientales y de derechos humanos se reunieron en un foro para analizar los impactos de los proyectos eólicos en el Istmo”⁸⁶.

Básicamente, en dichos foros y reuniones los afectados expresaron su desagrado ante todo por “las irregularidades en los contratos de arrendamiento celebrados entre empresas prestanombres de las transnacionales, esto en detrimento de las utilidades de los ejidatarios; la baja remuneración que ofrecen las empresas a los ejidatarios a cambio de la reserva de sus tierras para futuras instalaciones de aerogeneradores”⁸⁷. Aunado a lo anterior es necesario resaltar las repercusiones que ésta infraestructura tiene en el medio ambiente, sobre todo en lo que se refiere a la fauna del lugar; por lo que también fueron realizadas las quejas con las instancias correspondientes.

Es necesario indicar que durante estos años se han suscitado enfrentamientos armados entre terratenientes y autoridades que han derivado

⁸⁵ *Idem.*

⁸⁶ *Idem.*

⁸⁷ *Ibid.*, p. 111.

innecesariamente en actos violentos, tales como los registrados en diciembre de 2012, cuando los habitantes de San Dionisio del Mar, comunidad, donde se planea la instalación de megaproyectos de Renovables Mareña, se enfrentaron a la policía dejando en total 5 heridos⁸⁸.

Después de estos acontecimientos las “organizaciones como la Unión de Comunidades Indígenas de la Zona Norte del Istmo (UCIZONI) que asesora y apoya legalmente a varios ejidatarios, exigió al gobierno federal que respete los derechos de los agricultores indígenas de defensores ante el saqueo de sus tierras y ante la abierta violación de sus derechos agrarios”⁸⁹.

Los grandes proyectos eólicos construidos en la zona y aquellos en proceso de instalación, han dividido a la opinión pública, “por un lado, están los que se oponen definitivamente al corredor eólico, por los irreversibles daños ambientales y los escasos beneficios que traería a la población local. Por otro lado, están los ejidatarios que han firmado los contratos porque consideran que la instalación de aerogeneradores les proporcionará un ingreso permanente y seguro, ante la falta de apoyos para cultivar la tierra y la poca oferta laboral en la región ... También, hay quienes no han firmado contratos hasta que las empresas aumenten la oferta por el alquiler de las tierras”⁹⁰.

Un sector beneficiado con la llegada de compañías de este tipo a la región ha sido el académico. En 2010 se firmó el primer convenio específico de colaboración académica, científica y tecnológica entre Acciona Energía México (AEMEX) y la Universidad del Istmo (UNISTMO). En este primer convenio, que estuvo sujeto a lo contenido en el Convenio General de Colaboración, ambas partes acordaron establecer los alcances, derechos, obligaciones, objetivos, datos, pagos y demás especificaciones del proyecto denominado *Formación de Recursos Humanos de Alto Nivel en el Área de la Energía Eólica*.

⁸⁸ Fuente: S/a, *Parques eólicos de firmas extranjeras en México ayudarán al cambio climático*. [en línea], 7 de abril de 2013, México, Dirección URL: <http://www.ntn24.com/noticias/parques-eolicos-de-firmas-85795> , [consulta: 25 de junio 2013].

⁸⁹ *Ibid.*, p. 114.

⁹⁰ *Ibid.*, p. 117.

Dicho proyecto tuvo también como fin el desarrollo del capital humano calificado, así como la impartición de cursos de especialización teórico- prácticos; el desarrollo de tecnologías e impulsar la creación de pequeñas y medianas empresas (Pymes), en el ámbito de la industria eólica, para contribuir al desarrollo sustentable de la región istmeña. Para lograr estos objetivos se acordó que la UNISTMO impartiría la Maestría en Energía Eólica, curso de Especialización Técnica en Diseño y la manufactura de dos aerogeneradores, y la AEMEX costearía los cursos y becaría a siete estudiantes de alto rendimiento⁹¹.

Como se ha visto, la producción de la energía eólica, así como la edificación de los parques especializados en la misma ha traído beneficios a ciertos sectores y perjudicado a otros. Es verdad que la energía de este tipo resulta ser una potencial alternativa para el suministro de electricidad; pero también es cierto que en nuestro país es necesario llevar a cabo la aplicación correcta del marco regulatorio para beneficiar así, no únicamente a las corporaciones; sino, sobre todo, a los habitantes de las regiones que cuentan con el recurso y así contribuir a la sustentabilidad económica y social. A continuación se señalarán las carencias al respecto.

2.3 Carencias del programa nacional de gestión eólica

Se ha reiterado que la ley que gestiona el uso de las energías renovables en México lo hace de manera general, no existiendo así una legislación específica sobre el tema del empleo, producción, contratación y tratamiento de la energía eólica y la cual, a decir verdad, es la que mayor impulso ha tenido en el país.

Si bien, se han realizado desde hace aproximadamente tres décadas proyectos en pro del desarrollo de esta industria, ha sido básicamente para el beneficio y autoabastecimiento de las propias corporaciones que invierten y no en

91 Fuente: Convenio Específico de Colaboración Académica, Científico y Tecnológica celebrado entre Acciona Energía México (AEMEX) y la Universidad del Istmo (UNISTMO) otorgado por el rector de la institución académica el Dr. Modesto Seara Vázquez.

beneficio de la población, por ejemplo, pudiera pensarse en la electrificación de zonas altamente marginadas, pero éstas continúan recibiendo suministro eléctrico directamente de la Comisión Federal de Electricidad a un precio relativamente alto.

Es pertinente señalar que “los objetivos y las acciones que el gobierno ha planteado con respecto a la evolución de ésta fuente y demás energías renovables son claros y aceptables, el inconveniente es la falta de procedimientos para su implementación tanto a corto, mediano y largo plazos, lo cual conlleva a un rezago en la inserción de éstas al sistema eléctrico y dentro de los planes de expansión del mismo”⁹²; además de no cubrir al 100% las necesidades energéticas del territorio nacional.

El progreso de este tipo de energía se detiene debido a “los altos costos de la inversión inicial necesaria para llevar a cabo dichos proyectos; aun cuando ésta ha demostrado ser menor que los costos de operación de tecnología de generación a base de combustibles fósiles”⁹³.

Como se observa, sobresale la importancia y el potencial que posee el Istmo de Tehuantepec, sobre todo la zona de La Ventosa, donde las compañías generadoras descubrieron el recurso natural con suficiente fuerza; y aunado a esto, la accesibilidad para realizar contratos y obtener concesiones por parte de las autoridades gubernamentales, la mayoría de las veces trastocando, como se ha señalado, los derechos de los lugareños con el fin de llevar a cabo la instalación de la infraestructura necesaria para la operación de los parques eólicos.

Es necesario vigilar los derechos de los habitantes propietarios de los terrenos, así como provocar su beneficio sobre el uso, la renta o en su defecto la compra de los mismos. Así como procurar el apoyo de la edificación de mayores

⁹² Gabriela Florida Lagos, *Situación de la energía eólica e hidráulica en México*, (Tesis de Ingeniería), UNAM, México, 2011, p. 107.

⁹³ *Idem*.

instalaciones de este tipo en distintas entidades con miras a beneficiar, no únicamente a compañías, ya sean nacionales o extranjeras, sino primordialmente a la población originaria, electrificando sus viviendas, calles, escuelas, lugares de esparcimiento, etc. y también procurando aplicar una tarifa baja.

Además de las instancias gubernamentales facultadas para la administración de las energías renovables en general, la existencia de un organismo especializado en la energía eólica sería lo más apropiado dado el dinamismo que ésta tiene no sólo en nuestro país sino en el mundo.

La CFE, además de gestionar, debería comprometerse a fomentar y emprender proyectos meramente gubernamentales, no sólo en el Istmo de Tehuantepec, sino en las otras regiones con el recurso adecuado. Por ejemplo, la dependencia “cuenta con un programa denominado *Luz para México* en el que se han identificado 704 localidades entre 100 y 21,499 habitantes susceptibles a ser electrificadas durante 2011 y 2012, de las cuales, 86 serían electrificadas a través de energías renovables en los estados de Chiapas, Chihuahua, Coahuila, Durango, Nayarit y Oaxaca”⁹⁴.

Programas como el antes mencionado deberían ser aplicados con el objetivo primordial de obtener el provecho necesario de las ventajas que ofrece la energía eólica. En el presente trabajo se ha destacado el gran potencial de México a éste respecto, gracias, sobre todo, a su privilegiada posición geográfica contando con varias regiones adecuadas para la instalación de parques. Pero debido a factores ya mencionados, como lo son los de tipo orográfico, sociales, empresariales y gubernamentales, es desaprovechada y dejan de percibirse grandes aportaciones, no únicamente económicas, sino también de sustentabilidad.

Por ello, resulta importante exponer la forma en que otros países logran aprovechar óptimamente el recurso con el que cuentan. Es así el caso de Canadá, que a pesar de tener también pros y contras en su gestión, pugna por llevar un

⁹⁴ Secretaría de Energía, *Prospectiva de petróleo crudo 2012- 2026, op. cit.*, p. 65.

mejor control y se beneficia de su recurso, incentivando y procurando una dinámica industria; de la cual a continuación se realizará el análisis pertinente.

CAPÍTULO 3

SITUACIÓN DE LA ENERGÍA EÓLICA EN CANADÁ

3.1 Orígenes y panorama actual de la energía eólica en Canadá

Canadá posee cuantiosos bienes naturales, “vasta masa continental, extensos litorales y recursos eólicos de calidad (...)”⁹⁵, lo que la ha convertido en el “quinto mayor productor de energía y el séptimo consumidor a nivel mundial. Destaca, especialmente su producción de energía fósil: petróleo, gas natural y carbón e hidroeléctrica, siendo estas tan relevantes que no sólo le permiten abastecer su mercado interno, sino que han hecho de Canadá uno de los mayores exportadores de energía”⁹⁶. De acuerdo con el investigador especializado William R. Moomaw “la disponibilidad actual de estos recursos hace que (...) tenga uno de los más bajos costos de abastecimiento energético en el mundo”⁹⁷.

En cuanto a la energía limpia, Canadá “se coloca como cuarto productor de energía renovable del mundo, representando un 7.5% de la producción energética nacional”⁹⁸. En materia de energía eólica, “el nivel de desarrollo de la industria canadiense está por detrás de otros países punteros como España, Alemania o Dinamarca”⁹⁹, en este último, por ejemplo, el viento genera 20% de la electricidad total¹⁰⁰.

Sin duda, en Canadá, se encuentra “una de las tecnologías de más rápido crecimiento [entre] las energías renovables, (...) con una tasa de crecimiento promedio anual de 60 por ciento desde el año 1998 [cuando apenas contaba] con

⁹⁵ Invest in Canada, Energía Eólica, *op. cit.*, p.1.

⁹⁶ Cristina Dordas, El mercado de energía renovable en Canadá, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, Canadá, 2012, p. 5. [en línea] Dirección URL: <http://www.icex.es/icex/cma/contenttypes/common/records/mostrardocumento/?doc=4627360>, [consulta 26 de septiembre de 2013].

⁹⁷ William R. Moomaw, Evaluación de obstáculos y oportunidades para la energía renovable en América del Norte, p.2. [en línea], Dirección URL: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/1826-assessing-barriers-and-opportunities-renewable-energy-in-north-americaa-es.pdf>, [consulta: 19 de octubre de 2013].

⁹⁸ Cristina Dordas, *op. cit.*, p. 5.

⁹⁹ Mikel Larrea Iztueta, El mercado de energía renovable en Canadá, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, Canadá, 2008, p.6.

¹⁰⁰ Michael Parfit, *op. cit.*, p.8.

una capacidad instalada de 26 MW¹⁰¹. Según especialistas, este país posee “un potencial de energía eólica que excede sustancialmente el consumo actual, principalmente en las provincias de la llanura central y a lo largo de la Costa Atlántica”¹⁰².

Desde tiempo atrás el gobierno federal canadiense ha promovido el desarrollo de la energía producida a partir de la fuerza del viento. Para el año 2002, “el mercado global de la energía eólica [era] de 4,000 millones de dólares”¹⁰³.

Para ese mismo año “el gobierno federal anunció que los parques eólicos de ensayo podrían deducir el 100% de la inversión realizada el primer año para igualar el tratamiento fiscal de ésta a las compañías que realizan exploraciones petrolíferas o de bolsas de gas”¹⁰⁴.

Hacia la primera década del siglo XXI las distintas provincias del territorio canadiense habían empezado a instalar ya los parques eólicos de bajo potencial. Por ejemplo, para Toronto, la “Toronto Hydro Energy Services Inc. y Toronto Renewable Energy Cooperative (TREC) anunciaron la compra de la primera turbina (...) a la compañía holandesa Lagerwey Wind Turbine International BV por un valor de 1.2 millones de dólares canadienses”¹⁰⁵. También en el 2002, la provincia de Saskatchewan comenzó “el proyecto SunBridge, con una capacidad de 11.2 MW y 43 GW por año, suficiente para suministrar electricidad a 6,000 hogares”¹⁰⁶.

En cuanto a la provincia de Alberta se emprendieron varios proyectos. “[E]l grupo EHN, a través de su filial North America Renewables conformó una

¹⁰¹ Cámara de Comercio Ecuatoriano-Canadiense Guayaquil, *Acerca de las Energías Renovables en Canadá*, [en línea], Dirección URL: <http://modelocidadverde.weebly.com/las-energiacuteas-renovables.html>, [consulta: 20 de octubre de 2013].

¹⁰² William R. Moomaw, *op. cit.*, p.3.

¹⁰³ Oficina comercial de la Embajada de España en Ottawa, *Energías Renovables en Canadá*, Canadá, 2002, p. 2, [en línea] Dirección URL: http://www.icex.es/staticFiles/NM%20Energias%20Renovables_2685_pdf, [consulta: 1 de octubre de 2013].

¹⁰⁴ *Idem.*

¹⁰⁵ *Ibid.*, p. 4.

¹⁰⁶ *Idem.*

sociedad con Suncor, de Calgary. La energía eólica generada va al Power Pool of Alberta y la pone a disposición de los consumidores en toda la provincia”¹⁰⁷. Cabe destacar que la provincia de “Alberta fue la primera jurisdicción canadiense en tener instalada una capacidad para producir más de 500 MW de energía eólica”¹⁰⁸.

Algunos otros ejemplos de la puesta en marcha de esta energía en Canadá son las provincias de Nueva Escocia y Terranova, donde se emprendieron proyectos con pocas turbinas para producir electricidad e iluminar apenas unos cientos de hogares. “Durante el período 2003-2007 Ontario atrajo al mayor número de proyectos relacionados con la energía eólica que fueron sometidos a concurso. Igualmente, Alberta y Quebec aseguraron significativos proyectos de inversión extranjera durante el mismo período”¹⁰⁹.

El siguiente cuadro expone el porcentaje y la potencia de los distintos tipos de energía renovable empleados en territorio canadiense solamente durante el año 2005.

Cuadro 7
Generación de energía renovable en 2005

Energía renovable	GW	%
Biogás	731	32
Mareomotriz	31	1
Solar PV	17	17
Eólica	1471	66

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa. 2008. p. 13.

Para el año 2008, ya alrededor de “430 empresas tenían actividades en el sector de energía eólica de Canadá y su fuerza laboral creció de menos de 1,000 empleados en 2004 a más de 4000”¹¹⁰.

¹⁰⁷ *Idem.*

¹⁰⁸ Invest in Canada, Energía eólica, *op. cit.*, p. 2.

¹⁰⁹ *Ibid.*, p.7.

¹¹⁰ *Ibid.*, p. 1.

En el país norteamericano, “la industria de energía eólica... se compone principalmente por desarrolladores respaldados por grandes empresas de energía, corporaciones, industriales y fondos de ingreso que traen consigo recursos financieros y credibilidad comercial. El rápido crecimiento de la industria de la energía eólica (...) [dio] como resultado que un creciente número de empresas de fabricación hayan entrado al mercado”¹¹¹.

Cabe resaltar también que para el 2009 “el desarrollo de energía eléctrica fue el segmento más grande de la Industria de la energía eólica en Canadá. Incluyó el desarrollo de proyectos y la generación independiente de energía. Más del 40% de las compañías de energía eólica se [encontraban] activas en este segmento de la industria”¹¹².

La industria eólica canadiense “tuvo un año récord en 2011, superando el hito de los 5,000 MW. En particular Ontario, se está convirtiendo en un destino muy competitivo para la inversión en energía eólica a nivel mundial”¹¹³. Para ese momento, “el 16% de las empresas de energía eólica se [enfocaban] en la producción. Los principales productos fabricados en Canadá [eran] componentes relacionados con el viento, tales como hélices de rotor, sistemas de control, turbinas, inversores”¹¹⁴ etcétera.

Hoy en día, Canadá ocupa el noveno lugar en producción “mundial de energía eólica si tenemos en cuenta la capacidad instalada. Así, a pesar de disponer de unas condiciones favorables y una buena calidad de estos recursos –al nivel de los líderes mundiales- , este tipo de energía aporta sólo un 2.3% de la demanda de energía eléctrica (...), cifra muy alejada de países como Dinamarca (>20%) o España (13%). Sin embargo; son muy notables los esfuerzos realizados en este

¹¹¹ *Idem.*

¹¹² *Idem.*

¹¹³ Somos eólicos, La eólica crece un 21% en el mundo en 2011, España, [en línea], Dirección URL: <http://www.somoseolicos.com/2012/noticias/la-eolica-crece-un-21-en-el-mundo-en-211/>, [consulta: 2 de octubre de 2013].

¹¹⁴ Invest in Canada, Energía eólica. *op. cit.*, p. 1.

sector. Esfuerzos que se ven traducidos en los últimos datos para 2011, año récord en cuanto a nueva capacidad instalada”¹¹⁵.

En la siguiente tabla nos percatamos de la evolución que han tenido cada una de las energías renovables empleadas en dicho país, especialmente la eólica:

Cuadro 8
Generación de energía renovable en 2010

Energía renovable	GW	Porcentaje
Solar y mareomotriz	457	1
Biomasa	23,904	54
Eólica	19800	45

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la embajada de España en Ottawa. 2012. p. 15.

De acuerdo a las cifras más recientes, “Canadá cuenta actualmente con una capacidad instalada de 5,403 MW. El objetivo para 2015 es llegar a los 12,000 MW y a los 55,000 en 2025. La actividad de este sector se concentra en Ontario y en Quebec y, aunque hay presencia de importantes actores internacionales, los principales desarrolladores de parques eólicos siguen siendo nacionales. Por lo que se refiere al origen y comercio de los aerogeneradores utilizados en los parques eólicos es un importador neto”¹¹⁶.

Si de provincias se trata “Ontario se presenta como la líder destacada en las diferentes fuentes de energías renovables gracias a los programas de incentivo que ha implementado..., Quebec ocupa un segundo lugar en importancia tras Ontario en el sector eólico, mismo rol que Alberta”¹¹⁷.

Como se ha visto a lo largo de este apartado la industria eólica canadiense ha evolucionado rápidamente gracias a la participación generalmente acertada de los diferentes actores que procuran su crecimiento, como son el gobierno federal, las

¹¹⁵ Cristina Dordas, *op. cit.*, p. 6.

¹¹⁶ *Idem.*

¹¹⁷ *Ibid.*, p. 15.

autoridades provinciales y las corporaciones, los cuales a continuación serán analizados.

3.2 Actores involucrados

3.2.1 Gubernamentales

A diferencia de México, donde existe un marco jurídico general sobre el tratamiento de las energías renovables, basado en la *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética* (LAERFTE) y en consecuencia hay realmente pocas legislaciones estatales que gestionan el tema; en Canadá, “la regulación del sector eléctrico depende fundamentalmente de las provincias. Existe una ley a nivel federal que sirve como marco, y en ella se limitan las responsabilidades de los gobiernos provinciales. Así, el gobierno federal es responsable de la gestión del intercambio de energía con otros países o entre provincias. Las provincias, por lo tanto, son responsables de gestionar los recursos dentro de sus fronteras”¹¹⁸.

Cabe destacar que “la oficina *Natural Resources Canada*, es la responsable de las políticas energéticas a nivel federal, mientras que el *National Energy Board* se encarga de las regulaciones relacionadas con el intercambio de energía entre provincias o con otros países”¹¹⁹.

También es necesario resaltar que, a pesar de que gran parte de la política energética se gestiona a nivel provincial, “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”¹²⁰.

La estructura administrativa de la energía eléctrica canadiense se divide en sus 8 provincias y 3 territorios. Se encuentran, por ejemplo, las nombradas “provincias *reformadas*: Alberta, New Brunswick y Ontario. Estas han reformado su

¹¹⁸ Mikel Larrea Iztueta, *op. cit.*, p. 55.

¹¹⁹ *Ibid.*, p. 71.

¹²⁰ William R. Moomaw, *op. cit.*, p.6.

sector eléctrico. Para ello, han roto la estructura vertical del sector y han creado un operador independiente del sistema. Los precios en la venta al por mayor de la electricidad no están regulados”¹²¹.

Por otra parte, se ubican “las provincias *hidroeléctricas*: British Columbia, Quebec, Manitoba, Terranova y Labrador; [cuyo] sistema eléctrico se basa principalmente en la generación hidroeléctrica. [Estas provincias] no han realizado reformas significativas al sector”¹²².

Después, se ubican las “provincias *tradicionales*: Saskatchewan, Nova Scotia [y] Prince Edward Island, su sistema eléctrico se caracteriza por el modelo tradicional verticalmente estructurado y regulado. Principalmente, se basan en el carbón para la generación de energía eléctrica”¹²³.

Y por último, las entidades clasificadas como *territorios*, los del Noroeste, Yukon y Nunavut. Debido a la distancia tan alejada en la que se ubican del resto del país resultan de poco interés comercial en cuanto al mercado de energía eléctrica; además de su bajo índice poblacional, por lo que no representan un atractivo económico para el sector eólico y continúan con un suministro común.

Dada la organización del ámbito eléctrico “la normativa y organismos encargados de regular el sector varían en función de la provincia. Todas tienen un ministerio de energía y un departamento regulador encargado, de cuanto menos, monitorizar el precio de venta de electricidad al usuario final. Las principales diferencias estriban en la planificación de la potencia instalada, en quién es el operador del sistema y en cómo funciona la venta al por mayor de energía eléctrica”¹²⁴.

Cabe señalar que “en las provincias *tradicionales* e *hidroeléctricas*, la planificación es responsabilidad de las compañías eléctricas públicas, con la

¹²¹ *Idem.*

¹²² *Ibid.*, p. 72.

¹²³ *Idem.*

¹²⁴ *Idem.*

aprobación del regulador o Ministerio de Energía”¹²⁵. Por su parte, tanto en la provincia de “British Columbia y Quebec, es responsabilidad de la compañía de distribución (que depende de la compañía eléctrica pública) definir un plan, el cual debe ser aprobado por el regulador”¹²⁶.

Respecto a la provincia de “Alberta, el operador del sistema AESOC (Alberta Electric System Operator) es responsable de controlar si la potencia instalada es suficiente. Para ello, monitoriza la oferta y demanda”¹²⁷.

Por otro lado, “las provincias reformadas [han] creado un nuevo organismo independiente encargado de operar el sistema, mientras que en el resto de las provincias es la compañía eléctrica pública encargada de tal función”¹²⁸.

En lo que se refiere a la energía eólica, con miras a retribuir a la reducción de la contaminación “el gobierno federal creó en 2007 el programa *EcoEnergy For Renewable Power* para apoyar el desarrollo de nuevos proyectos de energía eléctrica renovables, tales como la eólica”¹²⁹.

Cada provincia y territorio ha emprendido planes específicos para el progreso de su industria del viento, por ejemplo, Manitoba emprendió el “*Winds of Opportunity- Clean Power For Manitoba’s Future*, se trata de un plan para desarrollar nuevos proyectos de energía eólica... pretende generar unos 1,000 MW para el 2016”¹³⁰.

El siguiente cuadro muestra la lista de las compañías públicas eléctricas provinciales que actualmente operan en las distintas provincias, donde la industria eólica se encuentra en dinámico crecimiento.

¹²⁵ *Idem.*

¹²⁶ *Idem.*

¹²⁷ *Idem.*

¹²⁸ *Ibid.*, p. 73.

¹²⁹ *Ibid.*, p. 56.

¹³⁰ *Ibid.*, p. 61.

Cuadro 9
Compañías públicas eléctricas provinciales

Provincia	Empresa
British Columbia	BC Hydro
Alberta	ENMAX (Municipal Calgary) EPCOR (Municipal- Edmonton)
Saskatchewan	Saskpower
Manitoba	Manitoba Hydro
Ontario	Ontario y Power Generation
Quebec	Hydro Quebec
New Brunswick	NB Power
Nova Scotia	NS Power
Terranova y Labrador	Newfoundland and Labrador Hydro

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa: 2012. p. 97.

Lógicamente existe una serie de requisitos para lograr la producción de energía eólica, uno de los más relevantes es el de tipo ambiental “para desarrollar proyectos de plantas de generación eléctrica es necesario tener aprobado el Estudio Medioambiental o *Enviromental Assessment*. En dicho estudio se evalúa el impacto medioambiental de proyecto, y su aprobación por parte de *Natural Resources Canada*, necesaria para realizarlo”¹³¹.

Asimismo, existen diversos apoyos por los gobiernos provinciales. En Ontario, “el Ministerio de Energía ha fijado un objetivo para que el 10% de la producción energética sea a través de fuentes limpias y renovables. Potencialmente, una cuarta parte [sería] energía eólica instalada”¹³².

Otro ejemplo claro, es el caso de Quebec, donde, el “Electricity Supply Plan 2005- 2014 fija un objetivo de potencia eólica instalada de 4,000 MW para 2015, que representaría un 8% del total de energía generada en”¹³³ esa provincia.

¹³¹ *Ibid.*, p. 32.

¹³² *Ibid.*, p. 61

¹³³ *Ibid.*, p. 62.

En el siguiente cuadro se muestran las compañías públicas facultadas para la producción de electricidad en las principales provincias generadoras de la misma.

Cuadro 10
Compañías públicas eléctricas provinciales

Provincia	Ministerio
British Columbia	BC Hydro
Alberta	BC Hydro
Saskatchewan	BC Hydro
Manitoba	Manitoba Hydro
Ontario	Manitoba Hydro
Quebec	Hydro Quebec
New Brunswick	NB Power
Isla Príncipe Eduardo	NB Power
Nova Scotia	NS Power
Terranova y Labrador	Terranova y Labrador

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa: 2008, p. 11

A continuación se enlistan las agencias gubernamentales encargadas de regular la producción y tratamiento, además de la compra y venta de energía eléctrica a partir del empleo de energías renovables en las distintas provincias.

Cuadro 11
Agencias Gubernamentales

Provincia	Agencia
Gobierno Federal	National Energy Board Es el organismo responsable de las exportaciones de energía, y de la construcción y operación de las líneas eléctricas interprovinciales y fronteras
Provincia de Quebec	Regie Energie Quebec Agencia de Quebec encargada de regular el precio de la electricidad. Además, aprueba los proyectos de nueva infraestructuras de transmisión y distribución. Hydro-Quebec, tiene la exclusividad de suministrar electricidad en Quebec, salvo en aquellos territorios distribuidos por un sistema eléctrico municipal, cooperativo o privado
Provincia de Alberta	Alberta Electric System Operator Organismo independiente que opera el sistema eléctrico de Alberta, vela por la competitividad del mercado de la energía eléctrica y asegura el acceso a la red.
Provincia Ontario	Ontario Energy Board Compañía pública provincial encargada de regular el sector eléctrico y de gas natural en Ontario

Provincia Ontario	Independent Electricity System Operator Es el nexo entre generadores, distribuidores y consumidores de energía eléctrica
Provincia Ontario	Ontario Power Authority Organismo independiente que se encarga de la planificación a lo largo plazo del sistema eléctrico de Ontario. Se encarga de liderar la instrucción de las energías renovables para garantizar la sostenibilidad del sistema

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa: 2008, p. 96.

Como se puede apreciar, es menester de cada gobierno provincial procurar el apoyo e impulso de proyectos de producción de electricidad, en general y a partir de energía eólica, en específico para el beneficio de su población. En el siguiente apartado se realizará el análisis pertinente de otro actor importante en el fomento a la industria eólica en Canadá, el sector privado.

3.2.2 Empresariales

En Canadá los principales actores en la generación de energía eólica son sin duda alguna, las empresas, las cuales coadyuvan a la puesta en marcha de parques, la mayoría de ellas son nacionales y a su vez privadas. “Muchas son grandes compañías del sector de la energía, aunque en general la experiencia en la construcción y operación de parques es limitada. No existe ninguna empresa con una clara ventaja sobre el resto en cuanto a potencia instalada”¹³⁴.

Es necesario mencionar, que “en general, salvo en el caso de la provincia de Quebec, la fabricación de turbinas eólicas es una prioridad, los aerogeneradores, y todos sus equipos y componentes para construir los parques eólicos [son] importados. Las torres son la excepción, ya que existen plantas de fabricación de torres tanto en Ontario (...) como en Saskatchewan”¹³⁵. Por ejemplo, AAER es la única empresa canadiense con capacidad para fabricar aerogeneradores a gran escala. Su presencia en Canadá es limitada y actualmente no se trata de un gran

¹³⁴ Mikel Larrea Iztueta, *op. cit.*, p. 25.

¹³⁵ *Ibid.*, p. 23.

competidor. Entre las principales competidoras destacan las empresas Vestas, General Electric, NEG, Micon, Enercon y Siemens”¹³⁶.

La participación continua de las diversas compañías especializadas ha permitido la realización de importantes inversiones, por ejemplo, “en 2009 Mainstream Renewable Power anunció que junto con Alberta Wind Energy Corporation (AWEC) llevaría a cabo una inversión de \$840 millones destinados a construir plantas de energía eólica en Alberta”¹³⁷.

El éxito de corporaciones internacionales que apuestan por invertir en el país de Norteamérica “se debe en gran medida al programa Ontario FIT,[el cual] fomenta la inversión en energía renovable y que entre otros beneficios, fija una tarifa de entrada/precios fijos a los que se podrá vender la energía. Para poder participar en este programa, se tiene que demostrar que al menos un 60% del equipamiento y mano de obra es local. Para proyectos de menos de 10 KW, el porcentaje local era del 40% hasta 2010 pero en 2011 se elevó también hasta el 60%”¹³⁸.

En seguida se indican las principales compañías constructoras de más de un parque eólico en las distintas provincias. Sin olvidar que también hay un grupo de compañías que han erigido tan solo uno, no sin dejar de contribuir a la evolución de la industria eólica canadiense.

Cuadro 12
Principales empresas desarrolladoras de parques eólicos en Canadá.

Empresa	No. De parques eólicos	Potencia instalada en parques operativos	Potencia en proyectos todavía no operativos
Trans Alta	24	1.161.8	0
Boralex Inc.	9	90.0	340.9
International Power Canada	9	127.8	177.0
Renewable Energy Services	8	27.2	0

¹³⁶ *Ibid.*, p. 24.

¹³⁷ Invest in Canada, *Energía eólica, op. cit.*, p.1.

¹³⁸ Cristina Dordas, *op. cit.*, p. 23.

Suncor	8	255.2	160.0
Cartier Wind Energy	7	420.0	411.0
Invenergy LLC	6	216.6	383.1
Samsung / Pattern	5	0	2000.0
St-Laurent Energies	5	0	954.0
Brookfield	4	405.2	0
Enbridge	4	387.5	0
NextEra Energy Resources (FPL Energy)	4	84.6	0
Suez Renewable Energy	4	207.0	0
Vector Wind Energy	4	6.6	0
PEI Energy Corporation	4	52.6	0
Alberta Wind Energy Corp	4	3.6	408.0
Capital Power	4	39.6	397.2
Enel	4	0	459.0
Finavera Renewable Inc.	4	0	293.0
Naturener	4	0	616.0
Wpd Canada Corp.	4	0	46.0
Enmax	3	144.4	0
Algonquin Power Income Fund	3	130.4	0
Cape Breton Power	3	15.6	0
Northland Power	3	282.0	0
Nova Scotia Limited	3	51.9	0
SaskPower International	3	160.0	0
Sky Generation	3	21.6	100.0
Kruger Energy	3	202.4	163.5
Acciona	3	45.0	60.0
DP Energy	3	0	0
Optimist Wind Energy	2	0.9	0
Ontario Power generation	2	2.4	0
Schneider Power	2	6.2	0
Yukon Energy Corporation	2	0.8	0
Colchester-Cumberland Wind Field Inc.	2	0.8	0.8
Shear Wind	2	62.1	100.0
Bening Energy	2	0	350.0
Clean Breeze WindPark Grafton Lp	2	0	22.5
E.ON	2	0	240.0
Greengate	2	0	402.0
Grey Highlands Clean Energy LP	2	0	30.0
McLean's Mountain	2	0	60.0

WindLP			
Shell	2	0	775.0
Sprott Power	2	0	131.5
Venterre	2	0	116.0
Vind	2	0	220.0
Windlab	2	0	175.0

Fuente: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa. 2012. p. 33.

Como se observa es significativamente mayor el número de parques eólicos instalados en territorio canadiense, en comparación con el mexicano. Se debe resaltar la labor realizada por la *Canadian Wind Energy Assotiation (CANWEA)*, organización portavoz “de la industria de la energía eólica en Canadá, [promueve] activamente el crecimiento responsable y sostenible de la energía eólica en nombre de sus miembros. Una asociación sin fines de lucro, sirve como la principal fuente de información”¹³⁹ sobre energía eólica y sus beneficios. Es encargada de realizar ferias y eventos especiales en pro de este sector.

A continuación se expondrán los principales aspectos que han hecho de la industria eólica canadiense en general, un sector en constante crecimiento, si bien no es la más extensa o rentable, sí es una de las más dinámicas.

3.3 Claves del éxito

Existe para el gobierno canadiense una premisa, en la cual se basa para emprender importantes proyectos, misma que ha expresado el ex Ministro de Desarrollo, Tony Clement, al anunciar una fuerte inversión para la puesta en marcha de una granja eólica: “Necesitamos que la energía le de poder a nuestra economía, y necesitamos energías limpias para proteger al medio ambiente, esa es una prioridad para el gobierno... encontrar un balance entre tecnología y

¹³⁹ Canwea, *About us*, [en línea], Dirección URL: http://www.canwea.ca/index_e.php, [consulta: de 25 de octubre de 2013].

cuidado del medio ambiente”¹⁴⁰. Lo anterior es la base fundamental del éxito de los proyectos eólicos en ese país.

Son varios los aspectos que ayudan al progreso de las energías renovables en Canadá, en particular, la que nos compete en el presente estudio, la eólica, es por ello, que se trata de apoyar a las empresas privadas para que éstas a su vez apuesten por las ventajas y ganancias aportadas por ellas y en un futuro no muy lejano puedan llegar a ser igual o más competitivas que los combustibles fósiles.

Es necesario destacar los “programas de apoyo a la energía renovable tanto a nivel federal como provincial. No obstante, desde muchos sectores se critica que estas ayudas no son suficientemente fuertes, y son sobre todo intermitentes (lo cual perjudica mucho a las inversiones y al desarrollo del mercado) comparadas con otros países”¹⁴¹.

Algunas de las claves que han hecho de la industria eólica canadiense una de las más prolíferas en la primera década del siglo XXI no sólo en el continente americano, sino a nivel mundial, en gran medida se debe a la capacidad de apoyo financiero para aplicar incentivos, así como el “cumplimiento con la protección de normas de confidencialidad, seguridad de información,... estabilidad política y financiera; aspecto sumamente importante para la inversión y puesta en marcha de nuevos complejos energéticos específicamente eólicos.

Es posible enlistar puntos básicos del éxito de la industria eólica canadiense:

- Presencia de un aglomerado industrial dedicado a actividades preliminares y posteriores, incluyendo a la industria siderúrgica y a los fabricantes de turbinas y componentes.
- Acceso local a una fuente sólida de fabricación pertinente, así como a perfiles de ingeniería.

¹⁴⁰ S/a, *El proyecto más grande de energía eólica en Canadá*, [en línea], Dirección URL: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2008/03/17/el-proyecto-mas-grande-de-energia-eolica-de-canada>, [consulta: 5 de octubre de 2013].

¹⁴¹ Mikel Larrea, *op. cit.*, p. 34.

- Sólida red regional de transporte.
- Cercanía del mercado, incluyendo la presencia de energía eólica y capacidad energética.¹⁴²

Al contrario de México “desde la perspectiva de un ambiente de operaciones las ciudades canadienses proporcionan una amplia variedad de opciones viables. Al evaluar la compensación entre los factores de costo y lo factores cualitativos, Montreal, la región de Waterloo, Windsor, Calgary y Vancouver ofrecen excelentes propuestas [de] valor para los negocios relacionados con la fabricación de turbinas y componentes para controles eólicas”¹⁴³.

Al mismo tiempo, es de suma importancia resaltar la fuerza laboral capacitada, “varias ciudades canadienses ostentan sólidos puntos centrales para la fabricación de maquinaria. Los trabajadores con experiencia en actividades relacionadas con la fabricación de turbinas son una fuente potencial de mano de obra para los proyectos de inversión en este sector”¹⁴⁴.

Otro aspecto a destacar es el ofrecimiento de “costos de mano de obra competitivos en lo que respecta a empleados, como ensambladores, ingenieros eléctricos y mecánicos”¹⁴⁵.

También, se debe mencionar que a diferencia de los movimientos sociales suscitados en México con referencia a la instalación de parques eólicos; en Canadá, la información para tocar ese tema, en particular, es insuficiente porque en realidad los granjeros, dueños muchas veces de los terrenos a utilizar reciben y/o participan de los beneficios de los mismos, en la mayoría de los proyectos ellos mismos buscan ser partícipes.

En general, Canadá ha logrado incentivar un ambiente empresarial propicio, confiable y amigable, donde las corporaciones tienen la libertad necesaria de

¹⁴² Invest in Canada, Energía eólica, *op. cit.*, p.5.

¹⁴³ *Ibid.*, p. 6.

¹⁴⁴ *Ibid.*, p.7.

¹⁴⁵ *Ibid.*, p. 8.

actuación y son capaces de invertir fuertemente, asegurando gran parte del éxito deseado. No antes sin estar apegados a un estricto marco regulatorio. Sobre todo gracias a la colaboración entre los diferentes actores, quienes están en constante movimiento, cooperación e investigación de nuevos nichos de oportunidad, con el objetivo único de incentivar una de las industrias más prolíferas de América del Norte.

Por último, con respecto a las corporaciones de origen canadiense generadoras de electricidad que laboran ya en México, se encuentran: Eolectric, TransAlta, Amacuzac, Kabyax, Northland, Sky Power, Techint Ingeniería y Construcción. Mismas que han desarrollado proyectos energéticos sobre todo de electricidad convencional; en lo referente a complejos renovables han sido sobre todo solares y en menor proporción eólicos¹⁴⁶. Lógicamente su visión a mediano y largo plazos es una mayor apertura del sector energético nacional para lograr inversiones mayormente gratificantes para el rubro.

¹⁴⁶Fuente: Cámara de Comercio Canadiense. www.cancham.mx

Conclusiones

Han sido revisados en el presente estudio los antecedentes históricos sobre el uso de los combustibles fósiles a partir de la Primera Revolución Industrial, momento en el cual se escuchó por primera vez la palabra energía.

Este parteaguas exigió el cambio de modelo energético, es decir, la búsqueda de combustibles de alto rendimiento. Después, con la invención del motor de combustión interna llegó la Segunda Revolución Industrial. En esta etapa surgieron nuevas fuentes de energía como la electricidad y el petróleo, lo que vino a modificar las actividades cotidianas de la humanidad.

Es sabido que el petróleo es el hidrocarburo con mayor demanda, pero dado el uso excesivo en las diferentes áreas de la industria, así como a la incesante explotación que de él se hace, el incremento de la población, y considerando sobre todo, que sólo unos cuantos países son los principales productores, ya se habla de un inminente riesgo de escasez de este energético tan importante en la actualidad.

El gas es otro combustible fósil de principal uso y derivado del petróleo, utilizado tanto en el hogar como en la industria. Por su parte, el carbón también es un combustible fundamental más para la producción de energía eléctrica, siendo China el principal productor pero, lamentablemente, también contribuye a la emisión de dióxido de carbono, uno de los componentes del calentamiento global.

La trascendencia del abasto energético en estos tiempos de grandes avances tecnológicos es indudable, por lo que se vuelve imperante la búsqueda de opciones alternas, cuya fuente de obtención se renueve constantemente y sin afectar sobre todo el medio ambiente. Por ello, las energías renovables están tomando gran relevancia.

En las últimas décadas las energías renovables de mayor uso y desarrollo alrededor del planeta han sido la solar y la biomasa; y después de éstas se encuentra la eólica, la cual está en constante evolución, y que al igual a las anteriores, ha sido utilizada desde siempre, pero actualmente, gracias al avance tecnológico se puede aprovechar mejor su fuerza para la producción de electricidad.

Actualmente, “con inversiones anuales cercanas a 68 mil millones de dólares, el mercado global de energía eólica alcanza una producción total de 239 gigawatts”¹⁴⁷, según las cifras más recientes del Consejo Global de Energía Eólica (GWEC).

El crecimiento de esta industria se hace más notorio en países como España, Dinamarca y China principalmente, debido a las políticas implementadas en cada uno; pero cabe destacar también el dinamismo que están registrando los mercados emergentes como lo son Brasil y México.

Respecto al panorama eólico mexicano, nuestro país se abastece básicamente de hidrocarburos, por ejemplo, en “2006 nuestro gasto energético fue cubierto en un 82.6% con hidrocarburos –de los cuales 59% eran crudo y condensados- y otro 6% con carbón. El restante 11.4% de nuestros requerimientos fue cubierto con biomasa (4.8%), energía hidráulica (4.2%), energía nuclear (1.6%) y geotermia (0.9%); en la base de datos consultada, el viento sólo contribuía con 0.006% (...)”¹⁴⁸.

En nuestro país, la energía eólica comenzó en 1977 con un primer proyecto experimental impulsado por el Instituto de Investigaciones Eléctricas y apoyado por el Sistema Meteorológico Nacional junto con algunas instituciones académicas, así como la Comisión Federal de Electricidad. Este primer paso tuvo como objetivo la búsqueda de fuentes energéticas a bajo costo para la electrificación de zonas rurales.

¹⁴⁷ Nora Vasconcelos, *op cit.*

¹⁴⁸ Fernando del Río y Roger Magar, *op. cit.*, p. 20.

Como es sabido, nuestro país tiene una posición geográfica favorable contando con varias regiones propicias para la producción de energía eólica; sin embargo, este recurso es explotado a un bajo nivel y prácticamente sólo en la región del Istmo de Tehuantepec, en Oaxaca dejando de lado algunas otras zonas que podrían contribuir a la generación, desarrollo y sobre todo a la aplicación de esta energía beneficiando así a un mayor porcentaje de la población.

Los parques eólicos existentes en territorio nacional, se ubican en su gran mayoría en el estado de Oaxaca, uno en Baja California y otro en Chiapas. Cabe mencionar que en la actualidad México posee “una capacidad instalada de 1,400 MW producidos a través de energía eólica, lo que equivale a 2% de la energía total del país”,¹⁴⁹ pudiendo generar aún más.

De acuerdo con el Instituto de Investigaciones Eléctricas, tan sólo una pequeña parte del área total con potencial es aprovechable para la construcción de instalaciones eólicas debido a diversos aspectos técnicos, orográficos, ambientales, sociales, entre otros. Sin embargo, aún con esos factores es posible avanzar en el desarrollo de esta energía y su incremento en el uso de la misma.

Además, se da la participación continua de distintos actores en el empleo del recurso eólico. El Gobierno Federal, en primer lugar, emite un marco regulatorio para el manejo de las energías renovables en general, en este caso la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), por medio de la cual se imparten políticas, programas y objetivos específicos para las diversas energías renovables.

No existe en sí una ley secundaria que se ocupe exclusivamente del tratamiento de la energía eólica, lo que conlleva a un vacío y provoca serios conflictos entre los interesados y propietarios de terrenos afectados por dichos proyectos.

¹⁴⁹ S/a, *México podría tener 7 parques eólicos más este año, op. cit.*

Los participantes más activos en la industria eólica nacional son, sin duda, las organizaciones empresariales, para quienes existen incentivos importantes en el tema de energías renovables. En su mayoría las compañías involucradas en la industria eólica nacional son extranjeras tales como: Acciona, Gamesa, Iberdrola, ENEL, entre otras.

Por otro lado, caben destacar las acciones de grandes corporaciones para proveer de electricidad necesaria a sus propios complejos, tal es el caso de Bimbo, al erigir el parque eólico *Piedra Larga*, en Oaxaca, el cual tuvo una fuerte inversión para autoabastecer a un gran número de sus instalaciones ubicadas por todo el país.

Con la construcción de este tipo de parques se evita la emisión de miles de toneladas de contaminantes, principal objetivo del empleo de energías renovables. Pero no debemos dejar de lado el que representan un cambio sustancial para los vecinos de estos complejos, los cuales, generalmente ven trastocados sus derechos al recibir una baja remuneración por la ocupación de sus terrenos, y muchas veces provocando conflictos innecesarios. Las autoridades correspondientes deben vigilar y exigir a las empresas sujetarse al marco regulatorio vigente.

Para averiguar la manera en que puede mejorar la industria eólica nacional se realizó un análisis de la composición de una de las industrias eólicas más dinámicas a nivel mundial, la canadiense. Fue a finales del siglo pasado e inicios del actual, cuando surgió una industria eólica como tal en ese país y se comenzaron a construir parques eólicos de bajo potencial, los cuales crecieron rápidamente y un claro ejemplo fue la provincia de Alberta, siendo “la primera jurisdicción en tener instalada una capacidad para producir más de 500 MW de energía eólica”¹⁵⁰.

¹⁵⁰ Invest in Canada, Energía eólica, *op. cit.*, p. 2.

Canadá, al igual que México, registra un consumo de combustibles fósiles importante; sin embargo, se diferencia por el uso intensivo de las distintas energías llegando a ser el “cuarto productor de energía renovable del mundo, y representando un 7.5% de la producción energética”¹⁵¹ general de ese país.

De acuerdo a datos recientes el país del norte posee “una capacidad instalada de 5,403 MW. El objetivo es llegar a los 55,000 MW en 2025. La actividad de este sector se concentra en Ontario y en Quebec y, aunque hay presencia de importantes actores internacionales, los principales desarrolladores de parques eólicos siguen siendo nacionales”¹⁵².

La industria eólica canadiense está compuesta básicamente por grandes compañías desarrolladoras y fondos de ingresos que atraen recursos financieros y credibilidad comercial. Una gran ventaja es que en su propio territorio son fabricados buena parte de los distintos insumos necesarios para optimizar la fuerza del viento, provocando así mayores beneficios económicos.

El objetivo principal del presente estudio fue identificar los elementos básicos que hacen de la canadiense una industria eólica en constante progreso. Como se mencionó, se debe en primer lugar a un marco regulatorio exigente y vigilado apropiadamente por la autoridades correspondientes, sobre todo para que las empresas realicen correctamente lo acordado.

Otro aspecto fundamental es la responsabilidad delegada a las provincias para celebrar con casi absoluta libertad los respectivos convenios con las compañías interesadas para garantizar, así, un desarrollo socioeconómico realmente sustentable. Uno de los factores claves determinantes en su efectividad es, además de la inversión gubernamental y privada, la aplicación de programas e incentivos fiscales a las corporaciones.

¹⁵¹ Cristina Dordas, *op. cit.*, p. 5.

¹⁵² *Ibid.*, p. 6.

La aplicación de modelos técnicos y organizativos de otros países para nuestro país podría llevarse a cabo con cuidado, ya que el desarrollo de la producción de energías renovables plantea el problema de su utilización eficiente y para ello debe tomarse en cuenta el costo de transporte y su almacenamiento y así buscar la solución en un programa intenso de desarrollo económico e industrialización en las regiones. Recordemos que en México trabajan ya algunas empresas canadienses generadoras de electricidad, pero con proyectos pequeña y mediana intensidad, quizás fuera sería necesario brindarles una mayor apertura para la aplicación de sus técnicas de gestión.

México, sin duda, es capaz de aprovechar sustancialmente la explotación de sus recursos eólicos actualizando y dinamizando sus convenios o autorizaciones con las compañías generadoras; así como basarse en algunos de los factores que le han sido exitosos al modelo ya citado, pero sujetándose a lo dictado por las leyes y sobre todo a las necesidades de la población originaria de la región a explotar.

La nacionalización de las energías renovables puede llevarse a cabo paulatinamente permitiendo en todo momento la participación creciente del capital nacional en esas corporaciones y, sobre todo, la capacitación de personal para el manejo, tanto del área técnica como de la administración.

Considerando el potencial en recursos eólicos con que cuenta el país, no sólo en la región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, sino también en Chiapas, Baja California, entre otras entidades, es viable aprovecharlo al máximo con base en el modelo canadiense, el cual es uno de los más benéficos por los factores claves que determinan su efectividad. Otro de esos factores es, por ejemplo, la inversión, tanto gubernamental como privada, así como la aplicación de programas e incentivos fiscales a las compañías y la creación de fuentes de trabajo para producir los insumos requeridos para la producción de dicha energía.

Lamentablemente en la región del Istmo de Tehuantepec se han suscitado eventos violentos, como el ya citado en la población de San Dionisio del Mar; pero

en general las empresas productoras de energía eólica continúan operando y expandiéndose, solo con ciertos contratiempos.

Tanto el gobierno estatal como los municipales deben preocuparse por el cabal cumplimiento de los convenios entre los propietarios de los terrenos y las compañías privadas. Ningún tipo de interés ajeno debe anteponerse para lograr que las regiones con recursos eólicos potenciales sean aprovechados por el bien de todos los sectores involucrados, sobre todo el de la población.

Respecto a la cooperación de las empresas con las comunidades menos favorecidas, principalmente, cabe señalar que la compañía Acciona emprende proyectos de construcción de infraestructura básica como agua potable y energía eléctrica, así como apoyo en la impartición de talleres de diversos oficios. Pero se debe también poner especial atención porque estas corporaciones no sobrepasen o dañen el uso de los recursos naturales y/o sociales, tales como el agua, la flora y la fauna y las costumbres de los habitantes.

En general, en el ámbito energético y en el eólico en particular, México, “si quiere crecer, necesita incrementar sus niveles de energía. No puede pensarse en un país (...) [mejor desarrollado] si no crecen sus consumos energéticos...Por tanto, para satisfacer los requerimientos básicos de la población actual y futura, es necesario que el consumo energético per cápita de nuestro país se incremente”¹⁵³.

Por ello, resulta relevante fomentar nuevas vías de generación de energías y aprender, tanto de aspectos negativos como positivos, de un modelo que como el canadiense ha ido desarrollándose y ganando terreno en la utilización de nuevas formas de producción y abastecimiento de electricidad para sus habitantes y para el beneficio de sus diferentes industrias.

Aunque el período de investigación de la presente tesina no comprende hasta el 2013, cabe sin embargo, hacer especial referencia a lo realizado últimamente, sobre lo relacionado con las energías renovables y la inversión financiera en las

¹⁵³ Julia Carabias y Hernando Guerrero, *op cit.*, p. 28.

mismas, así como también con los diferentes rubros a tratar en la Reforma Energética actualmente en discusión. Además de abaratar los costos de las energías, otro de los principales objetivos de la pretendida reforma es abatir el deterioro del medio ambiente por el uso desmedido de los combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica principalmente.

Según las nuevas leyes de ser aprobadas, establecerían obligaciones específicas para el uso eficiente de energías limpias y la reducción de emisiones contaminantes. Al respecto se instrumentarían políticas públicas concretas con el fin de propiciar la generación de energías limpias a partir de fuentes renovables.

A pesar de que la apertura a la inversión privada en la generación de energías limpias es ya una realidad en México, con la Reforma Energética se pretende hacerla más flexible. A partir de la elevación a rango constitucional, la sustentabilidad será uno de los criterios bajo los cuales se impulsará a las empresas del sector público como privado. Con la reforma se pretende fomentar también el desarrollo sustentable y el cuidado del medio ambiente.

Pero nada de lo anterior será posible si el gobierno no vigila y adecúa sobre todo, la aplicación de un nuevo marco regulatorio evitando en todo momento la corrupción y aún más la violación de los derechos de la población en general.

Es necesario hacer énfasis en la urgencia de redoblar esfuerzos para dejar de utilizar, gradualmente los combustibles fósiles que tanto daño nos causan. Recordemos las investigaciones recientes que aseguran habrá carbón y petróleo solamente para unas cuantas décadas más, por ello, es conveniente priorizar el uso adecuado de las alternativas energéticas que la propia naturaleza nos brinda, con el fin óptimo de cubrir las necesidades primarias de la sociedad actual y sobre todo resguardar los recursos naturales de las futuras generaciones.

Bibliografía

- Akerman J, *Teoría del Industrialismo*, España, Tecnos, 1968, 399 pp.
- Barros Vicente, *El cambio climático global*, Argentina, Libros Zarzal, 2004, 176 pp.
- Carabias Julia y Guerrero Hernando, "Qué se entiende por desarrollo sustentable", (coord. Leopoldo García Colín y Mario Bauer, *Energía, ambiente y desarrollo sustentable: El caso de México*, México, UNAM, 1996, 291 pp.
- Domínguez Gómez José A, *Energías Alternativas*, España, Equipo Sirius, 2004, segunda edición, 121 pp.
- Flannery Tim, *La amenaza del cambio climático: historia y futuro*, México, Taurus, 2007, 393 pp.
- Florida Lagos Gabriela, *Situación de la energía eólica e hidráulica en México*, (Ingeniería), UNAM, México, 2011, 113 pp.
- García Reyes Miguel, *Estados Unidos, petróleo y geopolítica*, México, Instituto Mexicano del Petróleo, Plaza y Valdés, 2005, 414 pp.
- Gipe Paul, *Energía eólica práctica*, México, Progensa, 2000, 191 pp.
- Larrea Iztueta Mikel, *El mercado de energía renovable en Canadá*, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, Canadá, 2008, 118 pp.
- Magar Roger del Rio Fernando, "La encrucijada de la energía. 1. El pico del petróleo", (coord. Jorge Flores Valdés), *Panorama energético de México*, México, Consejo Consultivo de las Ciencias, 2011, 423 pp.
- Menéndez Pérez Emilio, *Energías renovables, sustentabilidad y creación de empleos*, España, Catarata, 2001, 270 pp.
- Portador García Teresa de Jesús, *Claroscuros en el futuro energético de América Latina: el corredor eólico en el istmo oaxaqueño*, (Maestría), Facultad de Filosofía y Letras, UNAM, México, 151 pp.
- Roberts Paul, *El fin del petróleo*, España, Ediciones B, 2004, 509 pp.

Tonda Juan, *El oro solar y otras fuentes de energía*, FCE, 1995, México, 152 pp.

Velázquez Valdez Verónica, *Aprovechamiento de la energía eólica en México*, (Ingeniería), Facultad de Ingeniería, UNAM, México, 2001, 164 pp.

Walisiewicz Marek, *Energía alternativa guía básica sobre el futuro de la tecnología energética*, México, Planeta, 2004, 65 pp.

Wilson Mitchell, *Energía*, México, Time Life, 1987, 200 pp.

Hemerografía

Appenzeller Tim, “La paradoja del carbón”, *National Geographic en Español*, núm. 3, vol. 18, México, marzo, 2006, p. 103.

Bourne Joel K, “Sueños Verdes”, *National Geographic en Español*, núm. 4, vol. 21, México, Televisa, octubre, 2007, p. 25.

Convenio Específico de Colaboración Académica, Científico y Tecnológica celebrado entre Acciona Energía México (AEMEX) y la Universidad del Istmo (UNISTMO) 9 pp.

Johnson George, “Conectados con el Sol”, *National Geographic en Español*, núm. 3, vol. 25, México, Televisa, septiembre, 2009, p. 12.

Miller Peter, “Ahorro de energía, se empieza en casa”, *National Geographic en Español*, núm. 3, vol. 23, México, Televisa, marzo, 2009, p. 20.

Robert Kunzig, “7000 millones”. *National Geographic en Español*, núm. 1, vol. 28. México, Televisa, enero, 2011. pp. 30-35.

Parfit Michael, “La energía del futuro ¿Dónde conseguirá el mundo su siguiente dosis? *National Geographic en Español*, núm. 2, vol. 17, México, Televisa, agosto, 2005, pp. 2-27.

Documentos electrónicos

AMDEE, *En el Mundo*, [en línea], México, AMDEE, Dirección URL: <http://www.amdee.org/Viento/2> En el Mundo, [consulta: 25 de mayo de 2013].

AMDEE, *México Windpower 2012 potenciará la expansión del mercado de la energía eólica en el país*, México, [en línea], Dirección URL: <http://www.amdee.org/announcements/mexico-windpower2012potenciara-la-expansion-del-mercado-de-energia-eolica-en-el-pais>, [consulta: 7 de septiembre de 2013].

AMDEE, Publica la SENER estudios sobre el potencial de las energías renovables en México, [en línea], México, Dirección URL: <http://www.Energia.gob.mx/portal/Default.aspx?id=2332>, [consulta: 5 de septiembre de 2013].

Associated Press, “La energía renovable, la nueva fiebre de oro en Ontario”, [en línea], 4 pp., *National Geographic on line*, Dirección URL: <http://www.nationalgeographic.es/ciencia/100930-energy-renewable-ontario-solar>, [consulta 19 de mayo de 2013].

Cámara de Comercio Ecuatoriano-Canadiense Guayaquil, *Acerca de las Energías Renovables en Canadá*, [en línea], Dirección URL: <http://modelocidadverde.weebly.com/las-energiacuteas-renovables.html>, [consulta: 20 de octubre de 2013].

Canwea, *About us*, [en línea], Dirección URL: http://www.canwea.ca/index_e.php, [consulta: de 25 de octubre de 2013].

Cárdenas Tovar Roberto y Zaldívar Urquiza Gaffie. *Central Eólica La Venta II*, [en línea], México, *Revista Digital Universitaria*, UNAM, 10 de diciembre de 2007, Dirección URL: <http://www.revista.unam.mx/vol.8/num12/art90/int90.htm#> [consulta: 5 de septiembre de 2013].

CFE, *Energía Renovable*, [en línea], México, Dirección URL: http://www.cfe.gob.mx/ConoceCFE/Desarrollo_Sustentable/energiarenovable/Paginas/energiaeolica.aspx, [consulta: 1 de septiembre de 2013].

Dordas Cristina, *El mercado de energía renovable en Canadá*, Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Ottawa, Canadá, 2012, 99 pp. [en línea] Dirección URL: <http://www.icex.es/icex/cma/contenttypes/common/records/mostrardocumento/?doc=4627360>, [consulta 26 de septiembre de 2013].

González Nayeli, “Planea Walmart desarrollar proyectos eólicos”, [en línea], México, Milenio, 22 de enero de 2013. Dirección URL: www.milenio.com/cdb/doc/.../bff419b64e6d60a9003ef1818f25ca8e, [consulta: 1 de octubre].

Innergy soluciones energéticas, *Estadísticas del gas*, [en línea], Chile, Dirección URL: <http://innergy.cl/estadisticas.htm>, [consulta 30 de julio de 2013].

International Energy Outlook, 2002, Energy Information Administration (EIA), Washington, D.C. en <http://www.eia.doe.gov/oia/ieo> [consulta: 28 julio 2013].

Invest in Canada, *Energía Eólica*, [en línea], 10 pp. Canadá, Dirección URL: http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/maeci-dfait/FR5-38-14-2009-spa.pdf, [consulta 25 de mayo de 2013].

Juárez Ulises. *Bimbo pone estrena parque eólico en Oaxaca*, [en línea], 30 de octubre de 2012, Dirección URL: <http://www.cnnexpansion.com/negocios/2012/10/30/bimbo-ya-tiene-energia-limpia> [consulta 20 de septiembre de 2013].

Moomaw William R., *Evaluación de obstáculos y oportunidades para la energía renovable en América del Norte*, 23 pp. [en línea], Dirección URL: <http://www3.cec.org/islandora/en/item/1826-assessing-barriers-and-opportunities-renewable-energy-in-north-americaa-es.pdf>, [consulta: 19 de octubre de 2013].

Navarro Juan N., *¿Se termina el petróleo barato?*, *La Voz*, [en línea], Argentina, 25 de mayo de 2011, Dirección URL: <http://www.lavoz.com.ar/suplementos/temas/se-termina-petroleo-barato>, [consulta: 16 de septiembre de 2013].

Oficina comercial de la Embajada de España en Ottawa. *Energías Renovables en Canadá*, Canadá, 2002, [en línea] Dirección URL: http://www.icex.es/staticFiles/NM%20Energias%20Renovables_2685_.pdf, [consulta: 1 de octubre de 2013].

Ortega Manuel, “Mercados de mentira para la energía renovable”, [en línea], Ecoperiodico, 20 de mayo de 2011, Dirección URL: <http://ecoperiodico.com/mercados-de-mentira-para-la-energia-renovable/> [consulta: 15 de mayo de 2013].

S/a, “Alienta investigador utilizar energías renovables”, [en línea], México, Diario Presente, 27 de septiembre de 2012, Dirección URL: <http://www.diariopresente.com.mx/section/municipios/67592/alienta-investigador-utilizar-energias-renovables/>, [consulta: 20 abril de 2014].

S/a, “Bimbo pone en marcha parque eólico en Oaxaca”, [en línea], México, *El Economista.com.mx*, 30 de octubre de 2012, Dirección URL: <http://www.economista.com.mx/industrias/2012/10/30/bimbo-pone-marcha-parque-eolico-oaxaca>, [consulta: 20 de septiembre de 2013].

S/a, *El proyecto más grande de energía eólica en Canadá*, [en línea], Dirección URL: <http://www.gstriatum.com/energiasolar/blog/2008/03/17/el-proyecto-mas-grande-de-energia-eolica-de-canada>, [consulta: 5 de octubre de 2013].

S/a. *Energía eólica*, [en línea], Dirección URL: http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/energia_eolica, [consulta: 15 de junio de 2013].

S/a, *La energía eólica*, [en línea], México, Dirección URL: <http://www.monografias.com/trabajos14/energia-eolica/energia-eolica2.shtml#ixzz2dn3buo4X>, [consulta: 2 de septiembre de 2013].

S/a, *Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*. [en línea] México, Dirección URL: www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAERFTE.pdf, [consulta: 20 de septiembre de 2013].

S/a, *México podría tener 7 parques eólicos más este año*, [en línea], México, Dirección URL: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2013/01/23/mexico-podria-tener-7-parques-eolicos-mas-este-ano>, [consulta: 8 de mayo 2013].

S/a. *Parques eólicos de firmas extranjeras en México ayudarán al cambio climático*. [en línea], 7 de abril de 2013, México, Dirección URL: <http://www.ntn24.com/noticias/parques-eolicos-de-firmas-85795>, [consulta: 25 de junio 2013].

S/a, *Primer Foro de Energías Renovables y Cambio Climático*, [en línea], México, CFE, Dirección URL: http://www.ciedd.oaxaca.gob.mx/foro/info/pdf/b3carlos_garcia_aguilar.pdf [consulta: 4 de septiembre 2013].

S/a, *¿Qué es el gas Shale?*, [en línea], Dirección URL: <https://www.holaluz.com/blog/que-es-el-shale-gas/>, [consulta: 7 agosto 2013].

S/a, *¿Qué factores se toman en cuenta para instalar parques eólicos?*, [en línea], Dirección URL: <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Los-Prques-Eolicos-Mas-Grandes-Del-Mundo.htm>, [consulta: 13 de julio de 2013].

S/a, *Shale Gas...nuevo factor clave para un cambio de paradigma?*, [en línea], México, Dirección URL: http://www.pwc.com.ar/es_AR/ar/agribusiness/publicaciones/assets/articulo_8_on2_4_shale_gas_noviembre_2012.pdf, [consulta 5 de agosto de 2013].

Secretaría de Energía, *Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*, [en línea], p. 11. México, Dirección URL: <http://www.energia.gob.mx/res/0/Estrategia.pdf>

Secretaría de Energía, *Introducción*, [en línea], México, Dirección URL: <http://www.renovables.gob.mx/portal/Default.aspx?id=1669&lang=1>, [consulta: 2 de septiembre 2012].

Secretaría de Energía, "Prospectiva de energías renovables 2011- 2025", p. 27, [en línea], México, dirección URL: <http://www.sener.gob.mx/res/PE-y-DT/pub/2011-2025.pdf>, [consulta: 1 de junio de 2013].

Secretaría de Energía. *Prospectiva de energías renovables 2012- 2026*, [en línea], México, Dirección URL: www.sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf, [consulta 1 de junio de 2013].

Secretaria de Energía, *Prospectiva de petróleo crudo 2012- 2026*, [en línea], México, Dirección URL: http://www.aiest.unam.mx/biblio/PPCI_2012_2026.pdf [consulta: 7 de agosto de 2013].

Somos eólicos, *La eólica crece un 21% en el mundo en 2011*, España, [en línea], Dirección URL: <http://www.somoseolicos.com/2012/noticias/la-eolica-crece-un-21-en-el-mundo-en-211/>, [consulta: 2 de octubre de 2013].

Tejeda Claudia, "Walmart operará con energías limpias en México", [en línea], México, *El Economista.com.mx*, 3 de septiembre de 2013, Dirección URL: <http://eleconomista.com.mx/industrias/2013/09/03/walmart-operara-energias-limpias-mexico>, [consulta 1 de octubre de 2013].

Vasconcelos Nora, "México entre los próximos gigantes del viento", [en línea], México, 19 de diciembre 2012, Dirección URL: <http://www.obrasweb.mx/construccion/2012/12/18/mexico-entre-los-proximos-gigantes-del-viento>, [consulta 28 de mayo de 2013].

Otras páginas consultadas:

Acciona México: www.acciona-mx.com Secretaría de Energía:

www.sener.gob.mx <http://vidaverde.about.com/od/Tecnologia-y-arquitectura/a/Los-Parques-Eolicos-Mas-Grandes-Del-Mundo.htm>.

Global Wind Energy Council: <http://www.gwec.net>

Cámara de Comercio Canadiense : www.cancham.mx