



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### “ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO”

#### TESIS

Que para obtener el título de:  
Ingeniero Eléctrico Electrónico

Presenta:

**José Antonio Alcalá Berhouague**

**Director de Tesis: M.I. Tanya Moreno Coronado**



México, D. F.

2009

# Agradecimientos

Quiero agradecer principalmente a mis padres por todo el apoyo que me han brindado, sin ellos no sería la persona que soy ahora. Por enseñarme que las cosas se hacen con valor, honestidad dando todo de uno. A mi padre Marcos Pedro, por ser mi maestro de la vida, por forjarme, por que uno viene por que puede no para ver si puede viene. A mi madre Marta Leticia por su infinito apoyo y motivación para seguir camino, por estar presente en la formación de mi educación, gracias.

A mis hermanos por aguantarme y compartir muchos momentos de mi vida, por los juegos de niño, por las alegrías, por ir moldeando mi persona. Pedro por los escalones que seguimos subiendo, Diego por ser tan buena persona, Mary por que la mama mari me llena de alegría y por tanto que no puedo expresar, muchas gracias.

A mi tío Baltazar por el apoyo recibido, por todo lo enseñado. Inmemoriam

A mi tía Esther y mi primo Ever, por enseñarme que la vida es bella y de colores, gracias

A mi tía Cecilia por ser parte fundamental en mi desarrollo como persona y estudiante, gracias tía.

A mis amigos, Tabaré, Héctor, Conri, Tzompa, Pablo, Ale, Luis Alberto, Rita y todos ustedes que no pongo por que se acaba la hoja; por compartir sueños, alegrías y tardes de café buscando pensamientos inconclusos.

A mis abuelos, por que siempre existe un paso siguiente. A mi abuelo por ser el constructor de mi familia y mi abuela por que me faltó tiempo para aprender de ella por que toda la vida es ahora.

A los profesores José Luis Arcos, Jacobo Barojas, Manuel Viejo, Vázquez Segovia por ayudarme y enseñarme lo que no se aprende en las aulas, muchas gracias.

Al ingeniero Sandoval Lule por el apoyo recibido desde que inicié la tesis, gracias por el apoyo brindado y ser mi maestro de campo.

A Francia por que el león no es como lo pintan, pero se puede pintar.

A Mis amigos de España y Cataluña, por todo lo vivido, por las alegrías y los recuerdos que generan.

A la música, la poesía y la pintura.

A la madre tierra y al padre sol.

A los que me quieren y a los que no también les agradezco.

Quiero dedicar este trabajo a mis padres y a mi tío Balta, por que las aves siempre vuelan alto para planear a gusto.

# ENERGÍA EÓLICA EN MEXICO

## INDICE

<u>INDICE DE TABLAS.....</u>	<u>2</u>
<u>INDICE DE FIGURAS.....</u>	<u>3</u>
<u>ABREVIATURAS.....</u>	<u>3</u>
<u>CAPÍTULO I.....</u>	<u>5</u>
<u>Objetivo.....</u>	<u>5</u>
<u>Introducción.....</u>	<u>6</u>
<u>Energía Eólica.....</u>	<u>8</u>
<u>CAPITULO II.....</u>	<u>11</u>
<u>Panorama a nivel internacional de las energías renovables.....</u>	<u>12</u>
<u>Energías Renovables en México.....</u>	<u>17</u>
<u>CAPÍTULO III.....</u>	<u>25</u>
<u>Generación de energía eléctrica en México.....</u>	<u>25</u>
<u>Marco Regulatorio del Sector Eléctrico.....</u>	<u>29</u>
<u>Modalidades de Generación de Energía Eléctrica del Sector Privado.....</u>	<u>33</u>
<u>Instrumentos de regulación.....</u>	<u>35</u>
<u>Proceso de Temporada Abierta (TA) para reserva de capacidad de transmisión para     proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec.....</u>	<u>40</u>
<u>CAPITULO IV.....</u>	<u>42</u>
<u>Lista de gestiones para desarrollar un proyecto eólico.....</u>	<u>42</u>
<u>Estudio Normativo para campos eólicos en México.....</u>	<u>56</u>
<u>CAPITULO V.....</u>	<u>63</u>
<u>Conclusiones.....</u>	<u>63</u>
<u>Bibliografía.....</u>	<u>65</u>
<u>Bibliografía Electrónica.....</u>	<u>66</u>

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.....	12
Tabla 2.....	13
Tabla 3.....	14
Tabla 4 .....	19
Tabla 5.....	19
Tabla 6.....	24
Tabla 7.....	41

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Potencia instalada acumulada a nivel mundial 1995-2007 .....	15
Figura 2 Reparto por países de la potencia eólica instalada a nivel mundial.....	16
Figura 3 Radiación solar total anual.....	18
Figura 4 Potencial Eólico en México.....	24
Figura 5 Capacidad efectiva instalada por tipo de generación a septiembre del 2008.....	26
Figura 6 Generación por fuente de energía, septiembre 2008.....	26
Figura 7 Distribución de ventas del sector eléctrico 2006.....	27
Figura 8 Capacidades de transmisión entre regiones del SEN.....	28

## **ABREVIATURAS**

CFE	Comisión Federal de Electricidad
CRE	Comisión Reguladora de Energía
CTCP	Costo total de corto plazo
CONUEE	La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DOF	Diario Oficial de la Federación
EMC	Compatibilidad Electromagnética
IIE	Instituto de investigaciones eléctricas
LFC	Luz y Fuerza del Centro
LSPEE	Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica
MIA	Manifestación de Impacto Ambiental
NMX	Normas Mexicanas
NOM	Norma Oficial Mexicana
PEF	Presupuesto de Egresos de la Federación
PIE	Productores Independientes de Energía
SAT	Servicio de Administración Tributaria
SE	Secretaría de Economía
SEMARNAT	Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales
SEN	Sistema Eléctrico Nacional
SENER	Secretaría de Energía
SRE	Secretaría de Relaciones Exteriores
TA	Temporada Abierta
WECC	Consejo Coordinador de Electricidad del Oeste

## **Introducción**

A lo largo de la historia el significado de la energía ha variado; etimológicamente proviene del griego *en* que significa dentro y *ergon* que es trabajo. De una manera general se puede definir como una propiedad que tiene un sistema físico para producir trabajo, se observa de una forma indirecta en los cambios de rapidez, masa, posición; la cual no se crea ni se destruye, solo se transforma. En donde se clasifica por su transformación, ya sea cinética, potencial, calorífica, radiante, etcétera. Todas estas formas de energía se miden en Joules por su medición en la cantidad de energía transferida por la acción de una fuerza aplicada (trabajo).

Una fuente de energía es un recurso natural capaz de producir algún tipo de energía que se tiene para satisfacer necesidades, cuando está contenida en combustibles crudos, se define como energía primaria, es decir, sin ningún tratamiento de conversión o ajena a algún proceso de transformación; cuando ha pasado por algún proceso se llama energía secundaria, un ejemplo muy común es la electricidad.

La energía primaria podemos calificarla a su vez en energías renovables y no renovables, las energías no renovables son aquellas que al utilizarse se van terminando y no se regeneran, limitando así su producción al consumo, el caso mas conocido es el petróleo. La energía renovable es aquella que se produce de forma continua y es inagotable; su origen principalmente viene del sol, ya que el calor generado por él, genera distintos fenómenos que luego el hombre utiliza para la generación de energía. Directamente se utiliza en la energía solar térmica y la fotovoltaica, de una manera indirecta la diferencia de presión da origen al viento, presión generada por el calor; calor que a su vez ayuda a la fotosíntesis en las plantas, para aplicar después la biomasa y el viento la energía eólica; en el caso de la energía aplicable en el mar es también el sol factor importante en su desarrollo, con la diferencia de temperatura en las aguas marinas utilizando las corriente. Para

el caso de la energía geotérmica su fuente es por el calor interno de la tierra, mientras que para la mareomotriz la fuerza que ejerce la luna a la tierra está representada por las mareas es utilizada.

México teniendo un potencial eólico en prácticamente toda la república, se podría aprovechar de mejor manera este recurso natural para beneficio de la sociedad. Actualmente existen varios campos eólicos instalados en el país, sin embargo no existe una reglamentación completa para su diseño y una falta de información para la sociedad. En el aspecto normativo, básicamente los bancos son los que piden que se tenga el proyecto certificado por alguna norma internacional y no el gobierno, que claro, en ciertos aspectos es necesaria cumplir una normativa específica, como es el caso del aspecto eléctrico, donde existe una normativa que se tiene que llevar, un código de red, normativa para el estudio de suelo, la protección ambiental entre otros, como se mencionará posteriormente.

En este documento se verá primeramente de una manera general lo que es la energía eólica así como los elementos para diseñar un campo, para después estudiar el panorama internacional de las energías renovables y enfocarse en el panorama actual en México para pasar al panorama en el aspecto eólico.

Con esto en el capítulo III se estudiará la generación eléctrica en el país, las modalidades de generación para el sector privado y su marco regulatorio así como los instrumentos de regulación.

En el capítulo IV se analiza el proceso de temporada abierta para proyectos eólicos, las gestiones a realizar, un estudio normativo para los campos eólicos para poder concluir la situación de la normativa actual de la energía eólica en el país



# **CAPÍTULO I**

## **Objetivo**

Estudio del panorama actual de generación de energía eléctrica en el país para poder determinar las diferentes modalidades y propuestas para la generación eléctrica, tomando en consideración la apertura del sector eléctrico, de esta manera obtener el conocimiento necesario para desarrollar un campo eólico en el país, con sus ventajas e inconvenientes, así como las oportunidades que existen, buscando una perspectiva y el alcance de la energía eólica en México. Analizando su situación actual, perspectiva del sector eléctrico y modalidades de generación eléctrica en el país. Dando énfasis al estudio normativo, es decir, un compendio de normas y gestiones para poder desarrollar un proyecto eólico, desde el sitio donde se planea construir el campo eólico, estudio de suelos y factibilidad hasta la interconexión con el sistema interconectado o el uso para auto abastecimiento.

Con esto se busca mostrar los requerimientos necesarios para poder construir un campo eólico, ya sea por las diferentes modalidades que existen, como puede ser en el sector privado o público como es la venta a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) mediante licitaciones públicas.

## **Introducción**

A lo largo de la historia el significado de la energía ha variado; etimológicamente proviene del griego *en* que significa dentro y *ergon* que es trabajo. De una manera general se puede definir como una propiedad que tiene un sistema físico para producir trabajo, se observa de una forma indirecta en los cambios de rapidez, masa, posición; la cual no se crea ni se destruye, solo se transforma. En donde se clasifica por su transformación, ya sea cinética, potencial, calorífica, radiante, etcétera. Todas estas formas de energía se miden en Joules por su medición en la cantidad de energía transferida por la acción de una fuerza aplicada (trabajo).

Una fuente de energía es un recurso natural capaz de producir algún tipo de energía que se tiene para satisfacer necesidades, cuando está contenida en combustibles crudos, se define como energía primaria, es decir, sin ningún tratamiento de conversión o ajena a algún proceso de transformación; cuando ha pasado por algún proceso se llama energía secundaria, un ejemplo muy común es la electricidad.

La energía primaria podemos calificarla a su vez en energías renovables y no renovables, las energías no renovables son aquellas que al utilizarse se van terminando y no se regeneran, limitando así su producción al consumo, el caso mas conocido es el petróleo. La energía renovable es aquella que se produce de forma continua y es inagotable; su origen principalmente viene del sol, ya que el calor generado por él, genera distintos fenómenos que luego el hombre utiliza para la generación de energía. Directamente se utiliza en la energía solar térmica y la fotovoltaica, de una manera indirecta la diferencia de presión da origen al viento, presión generada por el calor; calor que a su vez ayuda a la fotosíntesis en las plantas, para aplicar después la biomasa y el viento la energía eólica; en el caso de la energía aplicable en el mar es también el sol factor importante en su desarrollo, con la diferencia de temperatura en las aguas marinas utilizando las corriente. Para

el caso de la energía geotérmica su fuente es por el calor interno de la tierra, mientras que para la mareomotriz la fuerza que ejerce la luna a la tierra está representada por las mareas es utilizada.

México teniendo un potencial eólico en prácticamente toda la república, se podría aprovechar de mejor manera este recurso natural para beneficio de la sociedad. Actualmente existen varios campos eólicos instalados en el país, sin embargo no existe una reglamentación completa para su diseño y una falta de información para la sociedad. En el aspecto normativo, básicamente los bancos son los que piden que se tenga el proyecto certificado por alguna norma internacional y no el gobierno, que claro, en ciertos aspectos es necesaria cumplir una normativa específica, como es el caso del aspecto eléctrico, donde existe una normativa que se tiene que llevar, un código de red, normativa para el estudio de suelo, la protección ambiental entre otros, como se mencionará posteriormente.

En este documento se verá primeramente de una manera general lo que es la energía eólica así como los elementos para diseñar un campo, para después estudiar el panorama internacional de las energías renovables y enfocarse en el panorama actual en México para pasar al panorama en el aspecto eólico.

Con esto en el capítulo III se estudiará la generación eléctrica en el país, las modalidades de generación para el sector privado y su marco regulatorio así como los instrumentos de regulación.

En el capítulo IV se analiza el proceso de temporada abierta para proyectos eólicos, las gestiones a realizar, un estudio normativo para los campos eólicos para poder concluir la situación de la normativa actual de la energía eólica en el país

## ***Energía Eólica***

Como se mencionó anteriormente, la energía eólica es una fuente de energía renovable debido a que aprovecha el recurso natural que es el viento, que como se mencionó, el movimiento del aire es una consecuencia de la radiación solar en la tierra, por lo que el viento existirá mientras exista el sol. En la práctica, la tecnología actual permite aprovechar, casi exclusivamente, los vientos horizontales. Es decir, los vientos que soplan paralelos y próximos al suelo y siempre que su velocidad esté comprendida entre determinados límites (a partir de unos 3 m/s y por debajo de los 25 m/s).<sup>1</sup>

Esta fuente como todas tiene ventajas y desventajas razón por la cual se considera un complemento al sistema eléctrico.

### Ventajas

- El viento es una fuente renovable y se considera interminable
- No contamina
- Tiene un impacto débil al ecosistema donde se coloca el campo
- Promueve el desarrollo de las comunidades cercanas a su localización

### Desventajas

- La generación es intermitente
- Altos costos de instalación en comparación con otras formas de generación
- Generalmente se localiza en lugares alejados de los mayores centros de consumo
- Requiere extensas superficies de terreno aunque no utiliza todo el terreno

La central de eoloeléctrica o también llamada central eólica, es el conjunto de elementos que aprovechan la energía cinética proveniente de una masa de aire, transformando una parte de esa energía en energía mecánica y posteriormente en energía eléctrica para su aprovechamiento final.

---

<sup>1</sup> Energías Renovables para todos, EÓLICA. IBERDROLA, 2007

## Elementos de diseño en un campo eólico.

Para lograr un buen diseño de un campo eólico es necesario considerar los siguientes criterios:

- Datos meteorológicos

Para tener un diseño confiable se necesitan tener conocimientos meteorológicos de la región donde se piensa instalar los aerogeneradores, realizando mediciones de viento a la altura del aerogenerador donde se localizará la góndola y también en la parte baja de las paletas, por un intervalo de un año como mínimo para poder obtener con estos, una rosa de viento y modelado de viento.

- Velocidad

Este parámetro mide la distancia que recorre una partícula de viento en un periodo de tiempo, ya sea en metros por segundo [ $m/s$ ] o kilómetros por hora [ $km/hr$ ], para su medición se utiliza el anemómetro no calibrado generalmente, cada intervalo de tiempo predeterminado este equipo registra la velocidad del viento.

- Densidad

Es la cantidad de masa por unidad de volumen se mide en kilogramos por metro cúbico [ $kg/m$ ] y varia dependiendo de la temperatura y presión por lo tanto variará según la altura del lugar, a mayor altura sobre el nivel del mar la densidad disminuye.

Esta densidad puede variar dependiendo de la época del año por lo cual se debe estimar una densidad promedio anual la cual se utilizará a lo largo del diseño.

- Dirección

Para la medición de este parámetro se utiliza una rosa de vientos la cual indica hacia donde se dirige el viento.

- Frecuencia

Este parámetro se refiere a la periodicidad con la que el viento sopla a diferentes velocidades, y en las diferentes direcciones.

- Coeficiente de fricción
- Altura

La altura se refiere a la altura sobre el nivel del suelo a la que se colocarán los aerogeneradores, esto se determina en base a un estudio previo a partir del cual se analizará cual es la mejor opción. Existen diferentes diseños de torre para este fin el más común es de 30 metros sin embargo existen torres que llegan a tener una altura de 100 metros sobre el suelo.

- Temperatura de bulbo seco
- Humedad relativa
- Precipitación
- Evaporación
- Tormentas eléctricas

Debido al daño que pueden causar las descargas atmosféricas en los aerogeneradores es necesario saber el promedio de días al año que existen tormentas eléctricas.

- Localización

El lugar en donde se desee colocar el sistema deberá, además de cumplir con las características del viento, que sea un lugar en el cual se pueda evitar turbulencia en el viento debido a obstáculos ya sean árboles, casas, postes, etc.

Debido a que los aerogeneradores ocupan poco espacio en su base, existen lugares en los cuales conviven los sistemas de generación con otras actividades tales como la agricultura, la ganadería o incluso sistemas de generación híbridos.

## CAPITULO II

### ***Panorama a nivel internacional de las energías renovables***

Las energías renovables en el mundo son un tema que cada día va tomando mas fuerza, uniendo esfuerzos para poder lograr quitar la gran dependencia al petróleo y así mismo contrarrestar los efectos del calentamiento global. Si bien es cierto, actualmente no se ha podido tener un tipo de energía que suplante la gran dependencia al petróleo, Países como España, Alemania, Estados Unidos, Francia o Bélgica, por mencionar algunos, están en constante investigación y aplicación de las energías alternas. En el caso de Francia el 75% de su energía es generada a partir de plantas nucleares, Alemania por su parte es el país con más biodiesel utilizado. En la siguiente tabla podemos ver la capacidad instalada en Gwh por tipo de combustible en el 2008.<sup>2</sup>

	Biomasa sólida	Biogás	Geotérmica	Solar Térmica	Hidroeléctrica	Solar fotovoltaica	Mareomotriz	Eólica
Unidad	GWhr	GWhr	GWhr	GWhr	GWhr	GWhr	GWhr	GWhr
Generación Eléctrica total	145002	24655	59240	1061	3120614	2781	550	130073

Fuente: Agencia Internacional de Energía, *Renewable Energy Outlook*. 2008 Disponible en:

<http://www.iea.org/Textbase/stats/renewdata.asp?>

[COUNTRY\\_CODE=29&Submit=Submit](http://www.iea.org/Textbase/stats/renewdata.asp?COUNTRY_CODE=29&Submit=Submit)

**Tabla 1**

<sup>2</sup> Agencia Internacional de Energía, *Renewables and waste in World in 2006*.

En lo que respecta a la energía solar, al igual que todas las energías, está teniendo un crecimiento importante. A finales del año 2007, la capacidad instalada de los sistemas fotovoltaicos en todo el mundo superó los 9,200 MW.<sup>3</sup> En la siguiente tabla se puede ver los cinco países con la mayor capacidad instalada.

Principales países con la mayor capacidad instalada a 2007

Alemania	3800
España	632
Japón	1938
E. E. U. U	814
Italia	100

**Tabla 2**

Fuente: Solar Generation V-2008, EPIA.

Para la energía geotérmica, existen muchos países que utilizan este tipo de energía de manera directa, pero solamente existen 27 que la emplean para la generación de energía eléctrica. Estos países tienen una capacidad geotermoeléctrica instalada total de casi 10 mil mega watts, estando ahora México en cuarto lugar, como se observa en la tabla siguiente que incluye datos a diciembre de 2008.<sup>4</sup>

País	Capacidad (MW)
E. E. U. U.	2851
Filipinas	1980
Indonesia	1058
México	958
Italia	790
Nueva Zelanda	550
Japón	535
Islandia	220
El Salvador	204
Costa Rica	163
Kenya	162
Rusia	110

<sup>3</sup> Solar Generation V – 2008. EPIA, pag 13.

<sup>4</sup> [http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page\\_id=112](http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=112)



Nicaragua	87
Turquía	37
Guatemala	33
China	28
Portugal	17
Etiopía	17
Francia*	16
Otros	13
Total	9829

\* Incluye Alsacia e Isla Guadalupe.

**Tabla 3**

Fuente: [http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page\\_id=112](http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=112)

La energía del mar es algo que poco a poco está mejorando, para la iniciativa privada, la ingeniería de boyas y plataformas flotantes está siendo cada vez un proyecto más rentable, promoviéndose en todo el mundo. Para los Estados Unidos, la energía mareo térmica es la principal investigación en el área. Mientras que países como Noruega apuestan por las corrientes marinas.

Las principales instalaciones de energía del mar se encuentran localizadas principalmente en Europa, siendo Francia uno de los países pioneros de este tipo de energía, con su planta de La Rance, la cual, inició operaciones en 1967, con un dique de 750 metros y una potencia instalada de 240 MW. Cabe mencionar que genera 600 millones de kW por hora cada año. En Escocia la planta de Islay tiene una columna de agua oscilante (CAO) de 75 kW. Desde el año 2000 dispone de una CAO de 500 kW. Otra CAO de 500 kW se halla desde 2001 en la isla Pico, en Azores (Portugal). Ambas junto a la costa. Seaflow es un molino marino que aprovecha las corrientes, se halla enclavado a tres kilómetros de la costa de Lynmouth, en el Reino Unido. Es el más potente del mundo (300 kW). Para cimentar este ingenio fue preciso ahondar quince metros en el lecho marino. Ha comenzado a operar a mediados de 2003.<sup>5</sup>

La Central mareomotriz de Annapolis se encuentra en Canadá y tiene una potencia de 20 MW, aprovecha las mareas más altas del mundo, entre 16 y 17

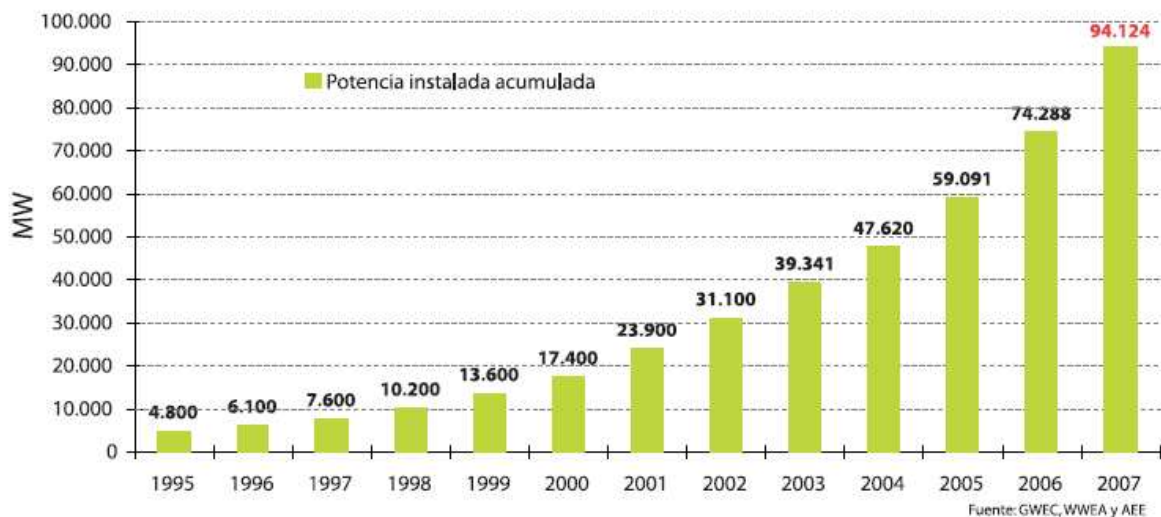
<sup>5</sup> Centro de Investigaciones Energéticas, medioambientales y Tecnológicas. Ministerio de Ciencia e Innovación en España.  
[http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit\\_actual\\_renovables/otras\\_renovables.htm#wav](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit_actual_renovables/otras_renovables.htm#wav)

metros. Por otro lado en Rusia la planta Kislaya Guba y en China Jiangxia están las otras dos centrales mareomotrices clave. La primera comenzó a funcionar en 1968, se halla en el mar de Barents y produce solamente 4 kW. La planta de Jiangxia es posterior (1980) y tiene una potencia de 3.2 MW. En China hay algunas otras instalaciones de menor rango.

La energía eólica en el mundo es de los tipos de energía alterna, la que más investigación y progreso ha tenido, como lo muestra la siguiente gráfica (figura 1), donde se puede ver el incremento histórico, desde el 1995

*Figura 1 Potencia instalada acumulada a nivel mundial 1995-2007*

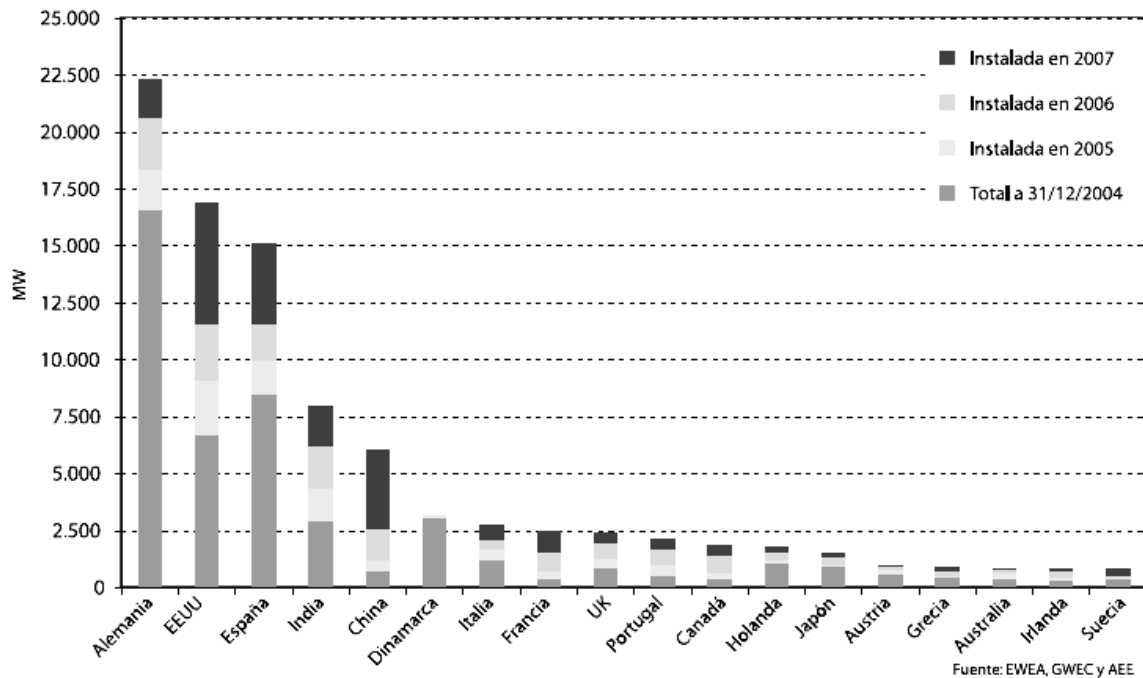
**Potencia instalada acumulada a nivel mundial. 1995-2007**



FUENTE: Asociación Empresarial Eólica. Eólica 2008 Anuario del Sector: análisis y datos

Países como España, Alemania, Estados Unidos, Dinamarca, Italia, están en constante evolución en lo que respecta, como lo es en el aspecto normativo o teniendo empresas que están presentes en todo el mundo, como son Vestas, Gamesa, Siemens, Acciona, Enercon, etc. Alemania, es el país con mayor capacidad instalada con un total de 22246 MW siguiéndole Estados Unidos con 16818 MW. En la siguiente tabla se muestran los principales países que utilizan este tipo de energía, así como su potencia eólica instalada.

Figura 2 Reparto por países de la potencia eólica instalada a nivel mundial



Fuente: Asociación Empresarial Eólica. Eólica 2008 Anuario del Sector: análisis y datos

## ***Energías Renovables en México***

México siendo un país con recursos naturales tales que, dan una gran variedad en la utilización de sus recursos para la generación de energía eléctrica ya sea mediante las energías renovables como no renovables. El gobierno se está interesando cada vez más en la explotación de estas últimas. No solamente para tener un campo de generación con una buena diversificación y aprovechar los recursos naturales con los cuales tiene una ventaja respecto a muchos países, también por el hecho de contrarrestar la emisión de gases contaminantes y de efecto invernadero que ocasionan el calentamiento global, siendo un tema muy importante a tratar por las consecuencias que se ven ya actualmente, como es el derretimiento de los polos o el agujero en la capa de ozono; como los problemas que se pueden llegar a tener en un futuro.

En la actualidad, las fuentes de energía primaria como es el petróleo, cada día van más en declive, teniendo un 61% de las reservas por parte de Medio Oriente y por parte de América del Norte de solo 5.6%<sup>6</sup> Siendo que México consume principalmente petróleo dando paso al carbón para finalizar con el gas natural, en consecuencia a esto y en base a estudios, se ha visto que México tiene un total de energía primaria a partir de sus fuentes renovables solamente de un 3.5% principalmente en el ramo de la energía geotérmica, mientras que existen países con menos potencial y generan 9.9% de su energía primaria, como es el caso de Alemania. Produciendo en lo que respecta 66960 Peta Joules la geoenergía y 0.451 Peta Joules la energía eólica.<sup>7</sup>

En base a un estudio publicado por la secretaría de energía y la agencia de cooperación tecnológica de Alemania<sup>8</sup> en el año 2006 el potencial de energía solar en México es de los más altos en el mundo contando con una insolación media de 5 kWh/m<sup>2</sup> Teniendo a Baja California y Sonora como las regiones con mayor insolación en el mundo, en la siguiente figura (figura 3), se muestra la radiación

---

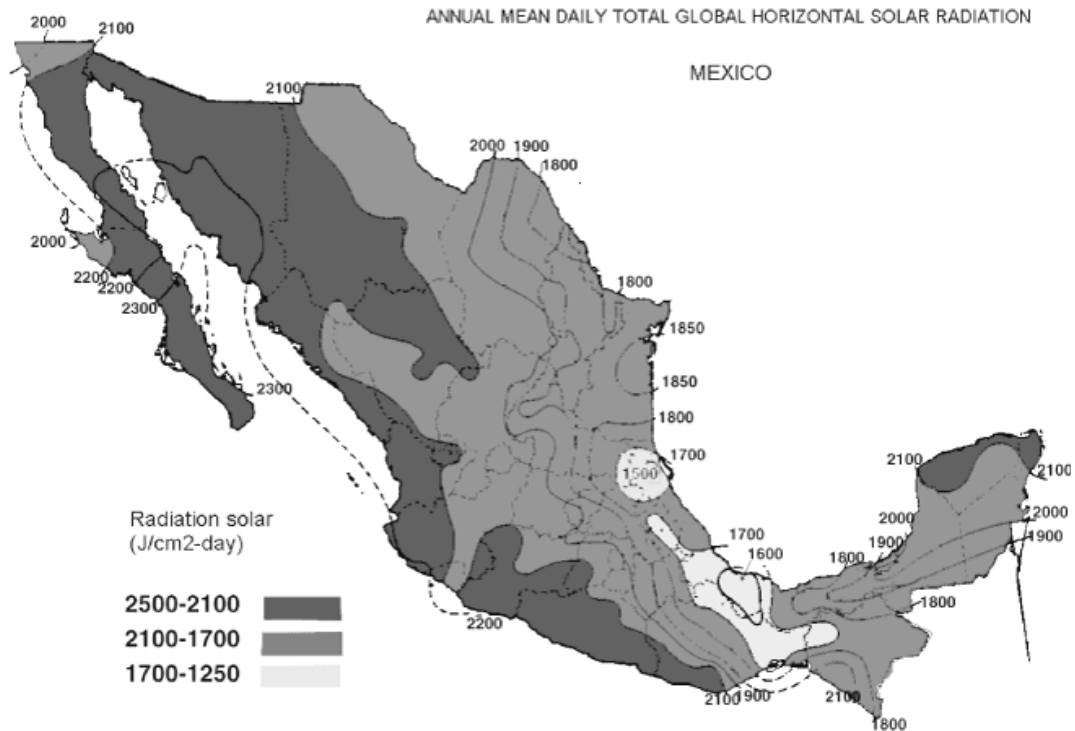
<sup>6</sup> BP Statistical Review of World Energy, June 2008

<sup>7</sup> Balance Nacional de Energía 2006

<sup>8</sup> Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México 2006. *Energías Renovables en México. El Estado Actual.*

media anual del país. Por medio del Gobierno Federal y los Gobiernos Estatales y Municipales del país, se instalaron en México alrededor de 50,000 sistemas Fotovoltaicos para proveer de electricidad a zonas alejadas de la red eléctrica en los años anteriores.

*Figura 3 Radiación solar total anual*



FUENTE: Energía Solar en México – Estado actual y perspectivas. German Renewable Energy Day, PowerMex 2008

Con lo que respecta a la energía geotérmica se tiene una estimación que en México podría existir más de 20 000 MW de potencial geotérmico. A nivel nacional se cuenta con 960 [MW] de capacidad instalada<sup>9</sup>, la cual tiene una generación bruta de 7, 404,000 [MWh], distribuida en cuatro centrales geotermoeléctricas en el país. En la siguiente tabla (tabla 4) se muestran las centrales geotérmicas instaladas en México así como su capacidad.

<sup>9</sup> Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico 2009-2018 (POISE). CFE.

**Tabla 4**  
Centrales geotérmicas instaladas en México

Central	Ubicación	Numero Unidades	Capacidad efectiva [MW]	Generación Bruta [MWh]
<b>Cerro Prieto</b>	Baja California	13	720	5,592,000
<b>Tres Vírgenes</b>	Baja California Sur	2	10	29,000
<b>Azufres</b>	Michoacán	15	195	1,494,000
<b>Húmeros</b>	Puebla	7	35	289,000
<b>Total</b>		<b>37</b>	<b>960</b>	<b>7,404,000</b>

Fuente: Secretaría de Energía. Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2017. México, 2008.<sup>10</sup>

Para la biomasa, en el año 2006 se generaron 465 MW y otros 40 estaban en desarrollo. Las comunidades rurales aisladas del país satisfacen la mayor parte de sus necesidades energéticas con biomasa. El potencial de bioenergía en el país se estima entre 2,635 y 3771 Peta Joules al año<sup>11</sup>

Se estima que la leña provee cerca del 75% de la energía de los hogares rurales y el sector azucarero tiene instalados 426 MW en 48 ingenios azucareros operando con bagazo de caña<sup>12</sup>, en base a datos de la CRE, en el año 2006 como lo muestra la siguiente tabla, estos fueron las centrales de biomasa en operación y en construcción:

**Tabla 5**

Compañía	Ubicación	Capacidad (MW)
49 PERMISOS ANTIGUOS		448.8
KIMBERLY-CLARK DE MÉXICO	VERACRUZ	10.0
SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE	NUEVO LEON	9.2
MONTERREY	NUEVO LEON	1.6
SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE	NUEVO LEON	10.6
MONTERREY	EDO. DE MÉXICO	1.0

<sup>10</sup> Disponible en: [http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE\\_y\\_DT/pub/Prospectiva%20SE%202008-2017.pdf](http://www.energia.gob.mx/webSener/res/PE_y_DT/pub/Prospectiva%20SE%202008-2017.pdf)

<sup>11</sup> Guía de gestiones para implementar en México plantas de generación eléctrica que utilicen energías renovables. [www.layerlin.com/pdfs/parte1.pdf](http://www.layerlin.com/pdfs/parte1.pdf)

<sup>12</sup> Lizaola de la Torre, Alonzo. Diputado Federal. Camara de Diputados. LX Legislatura. Agosto 2008.

BIOENERGIA DE NUEVO LEON		
CONSERVAS LA COSTEÑA Y JUGOMEX		
TOTAL EN OPERACIÓN		481.2
TRATIMEX	HIDALGO	10.6
TOTAL EN DESARROLLO		10.6

FUENTE: CRE, Las Energías Renovables en México. Francisco Barnés de Castro. Abril 2007

Por último, para la energía mini hidráulica en México, la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (antes CONAE) estimó en 2005 el potencial hidroeléctrico nacional en 53,000 MW, de los cuales, para centrales con capacidades menores a los 10 MW, el potencial es de 3,250 MW<sup>13</sup> Actualmente existen centrales mini hidráulicas públicas y privadas que se encuentran en operación y/o las que por alguna causa, están fuera de servicio. Actualmente se cuenta con 24 centrales privadas, 13 en operación, 3 inactivas y 8 en construcción, con permisos otorgados por la Comisión Reguladora de Energía con una capacidad instalada de 252 MW así como 31 centrales públicas en operación de la CFE con una capacidad de 270 MW.<sup>14</sup>

Actualmente, para poder aprovechar de mejor manera el gran potencial con el que México cuenta, las autoridades correspondientes (Poder Ejecutivo Federal y Legislativo), están realizando todo el esfuerzo posible para impulsar el uso eficiente de la energía renovable así como de la utilización de la tecnología que le permita disminuir el impacto ambiental generado por combustibles fósiles. Dando esto a que el 24 de abril del 2008 se presentara en la Cámara de Diputados de la LX legislatura la iniciativa para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, la cual fue aprobada a finales del año pasado como “Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.”

<sup>13</sup> Comisión Nacional para el Ahorro de la Energía.

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/1601/1/images/minihidraulica.pdf>

<sup>14</sup> Comisión Federal de Electricidad.

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/lisctralesgeneradoras/>

Esta ley, consta de un total de 31 artículos que se encuentran en 6 capítulos y 11 artículos transitorios, para así poder fomentar el aprovechamiento de las energías renovables y tener un marco regulatorio. Tomando en consideración el entorno ambiental y social.

Esta iniciativa menciona primeramente, que el uso y beneficio de las energías renovables es solo de interés público y que la energía nuclear no se contempla como energía renovable. Marca que las energías renovables son exclusivamente para venta a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y/o a Luz y Fuerza del Centro (LyFC) de esta manera no contraviene lo establecido con anterioridad en el artículo 27 de la constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en lo que respecta al dominio, explotación y aprovechamiento de los recursos naturales propiedad de la Nación. Asimismo, se establecen las facultades y competencias de la comisión reguladora de energía entre las que están, la expedición de los procedimientos de intercambio de energía, los requerimientos técnicos y los sistemas correspondientes de compensaciones, para los sistemas de autoabastecimiento y cogeneración. Se determina un fideicomiso para el aprovechamiento de las energías renovables para dar incentivos para fomentar el aprovechamiento de tales energías.

Por otra parte, se establece la obligación de la CFE y LFC a adquirir la electricidad generada a partir de energías renovables y a pagar a los generadores por ello. Dejando en claro que estos proyectos tienen que cumplir con la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección al medio ambiente y derechos agrarios. Tomando en cuenta que para proyectos de generación mayores a los 2.5 MW se tiene que asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, de los grupos potencialmente afectados y de los grupos e individuos interesados en el seguimiento de los proyectos. La iniciativa contempla también que CFE y LyFC adecuarán la operación del sistema eléctrico nacional a las condiciones particulares de escala, de distribución geográfica y de variabilidad en el tiempo de las distintas tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, para poder garantizar la calidad y la estabilidad del suministro.



En México, como se ha comentado al inicio, las energías renovables son una posibilidad muy alta para generar electricidad, según los informes de la Secretaría de Energía.

Para el año 2006 México contaba con poco más de 12,000 MW de capacidad instalada de generación eléctrica con base en energías renovables:

- 11,545 MW en centrales de CFE y LFC,
- 504 MW en plantas de autoabastecimiento interconectadas a la red, y
- 18 MW en sistemas aislados.

De las cuales:

La energía hidráulica representaba el 88% de su totalidad mientras que la energía Geotérmica el 8%, el 3.84% es representado por la Biomasa, 0.02% la energía eólica y el 0.15% la Fotovoltaica.<sup>15</sup> Actualmente el 24.3 % de la capacidad instalada de generación eléctrica es en base a energías renovables.

---

<sup>15</sup> CRE, **Francisco Barnés de Castro**. Las Energías Renovables en México. 2006

## ***Energía eólica en México***

La energía eólica en el país, de acuerdo con los estudios del Instituto de Investigaciones Eléctricas de México (IIE), el país cuenta con un potencial superior a los 40,000 MW, siendo las regiones con mayor potencial las penínsulas de Yucatán, Baja California y el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca

- SUR DEL ISTMO DE TEHUANTEPEC(\*) 2000 MW – 3000 MW
- BAJA CALIFORNIA SUR (\*) 1500 MW – 2500 MW
- PENINSULA DE YUCATÁN 1000 MW – 2000 MW
- ZACATECAS 800 MW – 1500 MW
- COSTA DEL PACÍFICO 1000 MW - 1500 MW
- GOLFO DE MÉXICO 1000 MW – 1500 MW

En su programa de requerimientos de Capacidad, la CFE incluye aproximadamente 500 MW eólicos bajo el esquema de Productor Independiente de Energía, actualmente cuenta con 88 MW instalados, distribuidos en La Venta I y II localizados en Oaxaca, la primera en el año de 1994 y la segunda en el 2007, cuenta la Venta I con 1.5 MW instalados y la Venta II con 83.3 MW, el segundo es el mas grande del país con 98 turbinas. Así mismo en Baja California se encuentra el Campo eólico Guerrero Negro con una capacidad de 0.6 MW instalado en el año de 1998. En la siguiente imagen se pueden ver los proyectos eólicos existentes así como los proyectos que están planeados para realizarse en el país.

Figura 4 Potencial Eólico en México



Fuente: CONAE. Ing. R. Aracely Acosta T. Parque Eólico en el Istmo de Tehuantepec<sup>16</sup>

La CFE tiene planeado instalar en los próximos años varios campos eólicos que se ven en la imagen anterior. En el siguiente cuadro se ve que en el 2009 se instalará como se tiene planeado Oaxaca I el cual ya fue licitado y está en proceso de construcción mientras que Oaxaca II, III y IV se esperan para el siguiente año para cumplir con lo previsto.

PROYECTO	FUTURA CAPACIDAD 2006-2014		AÑO
	RANGO DE CAPACIDAD [Mw]	CAPACIDAD TOTAL [MW]	
LA VENTA II	0.85	83.3	2006
LA VENTA III	1.0-2.5	101	2008
OAXACA I	1.0-2.5	101	2009
OAXACA II, III, IV	1.0-2.5	304	2010

Fuente: CONAE, *Op. Cit.* pag. 17

Tabla 6

<sup>16</sup> Disponible en:

<http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4289/2/aracelyacosta.pdf>

## **CAPÍTULO III**

### ***Generación de energía eléctrica en México***

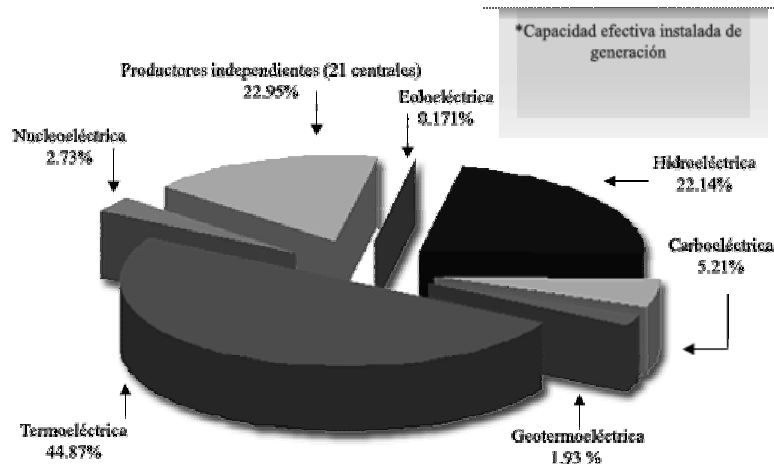
La generación de energía eléctrica en México está muy orientada al consumo masivo de combustibles fósiles, sin embargo, de acuerdo con planes de la Secretaría de Energía, en su Programa Sectorial de Energía, se plantea que para el 2012 mas de la cuarta parte de la capacidad de generación nacional provendrá de fuentes alternas.

En México la infraestructura del Sistema Eléctrico Nacional se conforma de las fases: generación, transformación y transmisión en alta tensión, distribución en media y baja tensión, así como ventas a usuarios finales, que incluye procesos de medición y facturación.

La generación, transmisión, distribución y comercialización es un servicio público por lo que la realizan dos empresas: Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LFC), la diferencia entre ellas es que LFC atiende la región central mientras que CFE el resto del país. La generación de energía eléctrica nacional está integrada por dos categorías; la generación que es producida por LFC y CFE (pública) y la generación eléctrica por parte de los permisionarios (privada).

Actualmente México tiene una capacidad efectiva instalada pública a septiembre del 2008 de 49,931.34 MW (ver figura 5), de esta capacidad se tiene que cerca de un 40% es la reserva de generación.

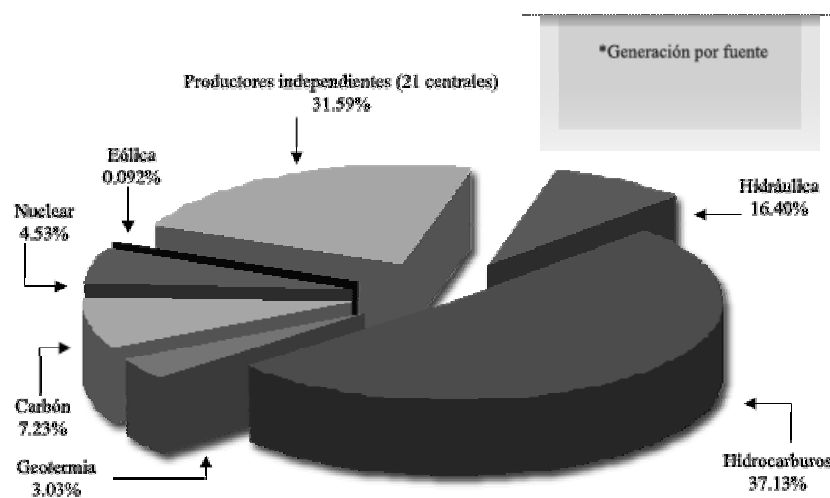
Figura 5 Capacidad efectiva instalada por tipo de generación a septiembre del 2008



Fuente CFE. <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/>

En cuanto a generación de electricidad pública se tiene que más del 60% de la energía eléctrica que se genera se hace por medio de combustibles fósiles, el combustible con mayor dinamismo en su utilización para la generación eléctrica es el gas natural. Por lo que se pretende impulsar el uso de las energías renovables en los siguientes años.

Figura 6 Generación por fuente de energía, septiembre 2008.

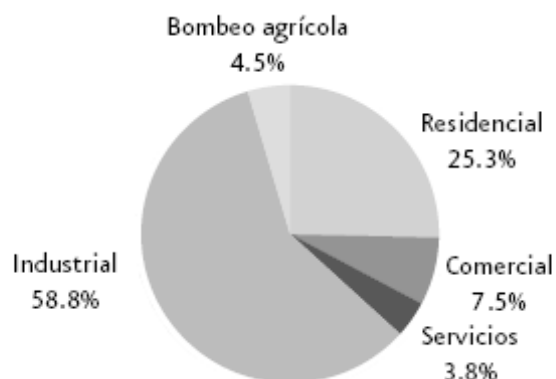


Fuente: CFE, <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/>

Desde el punto de vista del destino final de la energía eléctrica generada, el Sistema Eléctrico Nacional está conformado por dos sectores, el público y el privado. El sector público se integra por CFE, LFC y las centrales construidas por los Productores Independientes de Energía (PIE), éstos últimos entregan la totalidad de su energía a CFE para el servicio público de energía eléctrica. Por otro lado, el sector privado agrupa las modalidades de cogeneración, autoabastecimiento, usos propios y exportación. De estas modalidades, el autoabastecimiento tiene una fuerte presencia en diversos sectores, tal es el caso del industrial, comercial y particularmente en el sector servicios, donde se ha registrado un importante incremento en la capacidad instalada durante los últimos años.

El consumo interno de energía eléctrica se clasifica en cinco sectores: industrial, residencial, comercial, servicios y bombeo agrícola. En orden de magnitud, el sector industrial es el principal consumidor de energía eléctrica dada la infinidad de sistemas y procesos de producción que hacen uso intensivo de este tipo de energía. En 2006, este sector demandó el 58.8% del total, lo cual revela su importancia en las ventas internas.

*Figura 7 Distribución de ventas del sector eléctrico 2006*



Fuente: Prospectivas del Sector Eléctrico, SENER

La infraestructura de transmisión y distribución del SEN hace posible la transformación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica a

lo largo de todo el país. Esta infraestructura es operada por áreas de control que mantienen la confiabilidad e integridad del sistema. Al cierre de 2006 la red de transmisión y distribución del SEN alcanzó 773,059 km. Considerando las líneas pertenecientes a CFE, la red de transmisión está constituida en 6.7% por líneas de 400 kV y 230 kV, 6.8% por líneas de 161 kV a 69 kV y 52.8% por líneas de tensión de 34.5 kV a 2.4 kV. Respecto al SEN, el 42.1% corresponde a líneas de baja tensión, líneas subterráneas y líneas de LFC<sup>17</sup>.

Figura 8 Capacidades de transmisión entre regiones del SEN



Fuente: Prospectivas del Sector Eléctrico, SENER<sup>18</sup>

<sup>17</sup> SENER, Dirección General de Planeación Energética. Prospectiva del sector eléctrico 2007-2016. pag. 86

<sup>18</sup> SENER, *Op. Cit.* Pág. 89

## ***Marco Regulatorio del Sector Eléctrico***

El marco regulatorio del sector eléctrico mexicano tiene como fundamento los Artículos 25, 26, 27 párrafo sexto, 28, 73, 90, 108, 110, 123 en particular en su fracción XXXI y 134 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Por su parte, los principales ordenamientos legales que regulan la prestación del servicio público de energía eléctrica son:

- a) Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, que es el ordenamiento principal de esta materia, la cual regula propiamente la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como la organización y funcionamiento de la CFE, constituyéndose en su ley orgánica.
- b) Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, por cuanto se refiere a la asignación de facultades de las secretarías de Estado particularmente a la Secretaría de Energía y el reconocimiento y ubicación estructural de las entidades paraestatales.
- c) Ley de la Comisión Reguladora de Energía, que regula las actividades y organización de dicha comisión así como sus facultades.

Con la expedición de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica (LSPEE) en 1975, se establece que la participación de los particulares en la generación de energía eléctrica puede realizarse, sujeta a previo permiso y la opinión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

Con el objetivo de incentivar la participación de particulares en la expansión del sistema eléctrico, el Congreso de la Unión ha modificado la LSPEE en diferentes ocasiones para incorporar nuevas modalidades de generación de energía eléctrica, tal es el caso de la reforma a dicha ley en 1992, en la cual se incorporaron las modalidades de: cogeneración, productor independiente, pequeña producción y exportación e importación de energía eléctrica.



De todas las modalidades, la producción independiente de energía ha presentado el mayor dinamismo en cuanto a capacidad instalada se refiere, debido principalmente a aspectos de financiamiento, así como a la búsqueda de una mayor eficiencia energética y menor impacto ambiental, a través de la expansión de la oferta de energía eléctrica mediante el uso de centrales con tecnología de ciclo combinado cuya producción es destinada exclusivamente a la CFE.

Otras modalidades como es el caso de autoabastecimiento y cogeneración, representan diferentes áreas de oportunidad de acuerdo con el enfoque desde el cual se analice. En el caso de la industria (en sus diferentes ramas) y Petróleos Mexicanos (PEMEX), la posibilidad de generar energía eléctrica a costos competitivos, representa un factor importante que permite incrementar la eficiencia de sus procesos y con ello la competitividad de las empresas.

Por otro lado, la participación de la iniciativa privada en áreas no reservadas en forma exclusiva a la Nación, como es el caso de la generación de electricidad que se destine a fines distintos del servicio público, puede permitirle al Estado canalizar los recursos en el corto y mediano plazo hacia otras necesidades sociales y con ello, diferir la carga financiera que representa la rápida expansión del servicio público de energía eléctrica.

Los ordenamientos jurídicos que rigen las actividades reguladas del sector eléctrico están supeditados a la Constitución, y la estructura con relación a éstos se ilustra a continuación (véase figura 1). Adicionalmente a estos ordenamientos, el marco regulatorio cuenta con instrumentos de regulación que establecen los lineamientos y los mecanismos de interrelación entre los particulares y suministradores del servicio público (CFE y LFC). Estos mecanismos se esquematizan a continuación (véase figura 10).

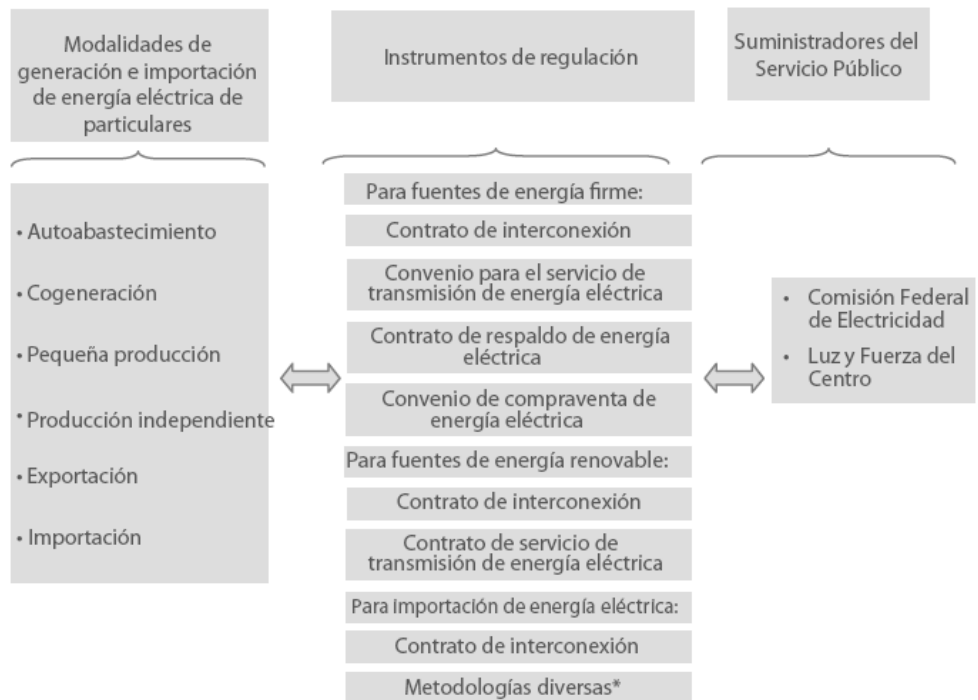
Figura 9 Ordenamientos jurídicos que rigen las actividades del sector eléctrico



Fuente: Prospectivas del Sector Eléctrico, SENER<sup>19</sup>

<sup>19</sup> SENER , *Op. Cit.* Pág. 43

Figura 10. Modalidades de permiso e instrumentos de regulación



\* Aplicables a los instrumentos de regulación para fuentes de energía firme, renovable e importación.

Fuente: Prospectivas del Sector Eléctrico, SENER<sup>20</sup>

<sup>20</sup> SENER, *Op. Cit.* Pág. 43

## ***Modalidades de Generación de Energía Eléctrica del Sector Privado***

De acuerdo a lo establecido en la Ley del Servicio Público de la Energía Eléctrica y su Reglamento, las modalidades bajo las cuales los particulares pueden invertir en la generación e importación de energía eléctrica, están sujetas al previo otorgamiento de un permiso por la CRE y consisten en lo siguiente:

**Autoabastecimiento:** Es la generación de energía eléctrica para fines de autoconsumo siempre y cuando dicha energía se destine a satisfacer las necesidades de personas físicas o morales y no resulte inconveniente para el país.

**Cogeneración:** a) Es la producción de energía eléctrica conjuntamente con vapor u otro tipo de energía térmica secundaria, o ambas; b) Es la producción directa e indirecta de energía eléctrica a partir de energía térmica no aprovechada en los procesos de que se trate, c) Es la producción directa o indirecta de energía eléctrica utilizando combustibles producidos en los procesos de que se trate.

Para esta modalidad es necesario que la electricidad generada se destine a la satisfacción de las necesidades de establecimientos asociados a la cogeneración, entendidos por tales, los de las personas físicas o morales que: Utilizan o producen el vapor, la energía térmica o los combustibles que dan lugar a los procesos base de la cogeneración, o sean copropietarios de las instalaciones o miembros de la sociedad constituida para realizar el proyecto.

**Producción independiente:** Es la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada su venta a la CFE o a la exportación.

**Pequeña producción:** Es la generación de energía eléctrica destinada a:

- La venta a la CFE de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada.

- El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW.

- La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.

**Exportación:** Es la generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción, que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos. Los permisionarios en esta modalidad no pueden enajenar dentro del territorio nacional la energía eléctrica generada, salvo que obtengan permiso de la CRE para realizar dicha actividad en la modalidad de que se trate.

**Importación:** Es la adquisición de energía eléctrica proveniente de plantas generadoras establecidas en el extranjero mediante actos jurídicos celebrados directamente entre el abastecedor de la energía eléctrica y el consumidor de la misma.

La participación de las modalidades de generación eléctrica se ha incrementado en los últimos años, especialmente el esquema de producción independiente de energía, el cual en 2007 represento mas del 30% de la generación total de energía eléctrica del servicio público.

## ***Instrumentos de regulación***

Como un mecanismo facilitador para la participación de particulares en la generación de electricidad, el marco regulatorio cuenta con instrumentos de regulación que permiten que los permisionarios puedan solicitar a los suministradores la interconexión al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La factibilidad de poder interconectarse con la red del servicio público, así como la certeza de contar con energía eléctrica de respaldo y la posibilidad de entregar excedentes a la CFE o LFC, le provee a los permisionarios una mayor flexibilidad en sus operaciones de generación e importación de energía eléctrica. Los instrumentos de regulación consideran tanto fuentes de energía firme como fuentes de energía renovable, además de contratos de interconexión para permisionarios de importación y compraventa de energía eléctrica, como se describe a continuación:

### **a) Fuentes firmes**

***Contrato de interconexión.*** Establece los términos y condiciones para interconectar la central de generación de energía eléctrica con Sistemas Eléctricos Nacionales (SEN). Este contrato proporciona al permisionario los elementos necesarios para administrar la demanda de los centros de carga, además de permitirle calcular los pagos por los servicios conexos proporcionados por el suministrador.

***Contratos de servicio de respaldo de energía eléctrica.*** Tienen por objeto que el suministrador respalde la central de generación de energía eléctrica en caso de falla, mantenimiento o ambos. El cargo por este servicio está determinado en función de las tarifas publicadas por la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

***Convenio de compraventa de excedentes de energía eléctrica.*** También conocida como energía económica, establece los procedimientos y condiciones que rigen la entrega de energía eléctrica del permisionario al suministrador de acuerdo con las reglas de despacho del SEN. Este convenio considera que el

permisionario pueda realizar entregas de energía económica al suministrador, para lo cual cuenta con tres procedimientos: recepción por subasta, recepción automática notificada y recepción automática no notificada.

***Convenio de servicio de transmisión de energía eléctrica.*** Establece que el suministrador recibe la energía eléctrica de la central de generación en el punto de interconexión y la transporta hasta los centros de carga del permisionario de acuerdo con la capacidad de porteo contratada para cada uno de ellos.

#### **b) Fuentes de energía renovable:**

En 2001, la CRE aprobó una regulación específica para fuentes renovables de energía con la finalidad de fomentar el desarrollo de proyectos de generación de energía eléctrica. Estos instrumentos consideran las características de este tipo de fuentes de energía, como es la disponibilidad intermitente del energético primario y se incluyen conceptos únicamente aplicables a dichas fuentes, tales como:

*Energía sobrante.*- Cuando un permisionario entrega a sus centros de consumo una cantidad de energía mayor a la correspondiente de su potencia comprometida de porteo o cuando la demanda de los centros de consumo sea menor a la potencia entregada en el punto de interconexión.

*Energía faltante.*- Cuando una fuente de energía no satisface la potencia de compromiso de porteo con sus centros de consumo.

*Capacidad aportada al SEN.*- Se reconoce la capacidad que la fuente de energía renovable aporta en las horas de máxima demanda del SEN

Para el caso de fuentes de energía renovable, es posible realizar compensaciones de energía faltante con energía sobrante, es decir, si existe energía sobrante neta en un mes, esta se puede utilizar para compensar faltantes de meses posteriores, haciendo un corte anual. De esta forma y dada la intermitencia de estas fuentes, el contrato considera la flexibilidad de estos intercambios. Asimismo, los cargos por la transmisión de energía eléctrica para fuentes renovables se calculan en función de

la energía porteada, es decir, dichos cargos se multiplican por el factor de planta de la fuente de energía.

Los instrumentos para regular lo anterior son los siguientes:

**Contrato de interconexión.** Es el mecanismo donde se establecen términos y condiciones para la interconexión necesaria entre el SEN, la fuente de energía renovable y los centros de consumo del permisionario, de manera que dicho contrato sirva de marco para todas las operaciones entre el suministrador y el permisionario.

**Convenio para el servicio de transmisión de energía eléctrica.** Permite transportar la energía eléctrica generada desde la fuente de energía renovable hasta donde se localizan sus centros de consumo.

Adicionalmente, el 27 de junio de 2007 se publicó en el DOF el contrato de interconexión para fuente de energía solar en pequeña escala, el cual es aplicable a todos los generadores con fuente de energía solar con capacidad hasta de 30 kW, que se interconectan a la red eléctrica del suministrador en tensiones inferiores a 1 kV y que no requieren hacer uso del sistema del suministrador para portear energía a sus cargas.

### **c) Importación de energía eléctrica:**

A excepción de un permisionario establecido en el estado de Durango (LG. Philips Displays México, S.A. de C.V.), la totalidad de los permisionarios de importación de energía eléctrica se ubican en las áreas de control de Baja California y Noroeste, específicamente en los estados de Baja California y Sonora. Con el fin de realizar las operaciones de importación de electricidad para auto abasto, el 17 de mayo de 2004 se publicó en el DOF la resolución por la cual se aprueba el modelo de contrato de interconexión de permisionarios ubicados en el área de control de Baja



California que importan energía a través del Consejo Coordinador de Electricidad del Oeste (Western Electricity Coordinating Council -WECC-) de EUA, el cual regula las operaciones entre CFE y los permisionarios de importación:

***Contrato de Interconexión para permisionarios ubicados en el área de control de Baja California***, que importan energía eléctrica a través del Consejo Coordinador de Electricidad del Oeste (WECC). Tiene por objeto que la CFE realice la transmisión de energía de importación entre el punto de interconexión y el punto de carga del permisionario, de manera que este contrato sirva de marco para todas las operaciones con el permisionario.

**d) Contrato de compraventa de energía eléctrica para pequeño productor en el Sistema Interconectado Nacional:**

Publicado en el DOF el 20 de abril de 2007, este contrato tiene por objeto realizar y mantener, durante la vigencia del mismo, la compraventa de energía eléctrica entre el suministrador y el permisionario, así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las partes relacionados con la compraventa y generación de energía eléctrica.

**e) Metodologías:**

Como parte de los contratos y convenios antes mencionados, la CRE ha publicado las siguientes metodologías:

***Metodología para la determinación de los cargos por servicios de transmisión***, para establecer el procedimiento que deberán seguir los suministradores para el cálculo de los cargos correspondientes a las solicitudes de porteo de los permisionarios en tensiones diversas. Para tensiones mayores o iguales a 69 kV, toma en cuenta el impacto que sobre la red tiene cada servicio de porteo solicitado en forma individual, usando un modelo de flujos de corriente

alterna y debe ser aplicado en los casos con y sin el servicio solicitado en las situaciones de demanda máxima y mínima en el año en que se pretende iniciar el porteo. En cuanto a las cargas que se encuentran en tensiones menores a 69 kV, se cuenta con los procedimientos denominados de trayectoria punto a punto o de proporcionalidad de demanda, según se trate de cargas únicas de más de 1 MW o múltiples cargas agrupadas por tipo de tarifa, con demandas menores a 1 MW. Es de señalarse que esta Metodología, envía a los permisionarios una clara señal económica para incentivar una ubicación de la fuente de energía que favorezca al SEN al reducir sus pérdidas.

***Metodología para la determinación de los cargos por servicios conexos.*** La conexión a la red por parte de los permisionarios implica que estos reciban servicios del suministrador tales como regulación de frecuencia y voltaje, entre otros. Con objeto de retribuir por estos servicios conexos, la metodología establece el procedimiento para determinar la contraprestación correspondiente, la cual está basada en el cargo autorizado para la demanda reservada en el caso del respaldo para falla.

***Metodología para la determinación del costo total de corto plazo (CTCP).*** Esta Metodología es utilizada para el pago por la energía excedente que los permisionarios entregan a los suministradores. A su vez, el CTCP está constituido por la suma de los costos variables de generación y los costos variables de transmisión. También se prevé que para el cálculo del CTCP no se debe considerar la generación mínima de despacho por confiabilidad.

## ***Proceso de Temporada Abierta (TA) para reserva de capacidad de transmisión para proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec***

El 9 de febrero de 2006 la SENER, solicitó a la CRE tomar las acciones necesarias para conducir un procedimiento de TA con el objetivo de identificar las necesidades de infraestructura de transmisión en el Istmo de Tehuantepec, en el estado de Oaxaca, y asimismo establecer los compromisos en firme que las empresas privadas y CFE deberán asumir para la realización de la capacidad de transmisión necesaria para portear la energía eléctrica que las centrales eólicas generarán, así como para su incorporación a la red de transmisión del servicio público de energía eléctrica.

La razón por la cual se diseñó este procedimiento, tiene que ver con las limitaciones de infraestructura de transmisión existente en dicha zona para la adecuada transmisión de energía eléctrica que será generada por la capacidad autorizada para permisionarios de autoabastecimiento, lo cual, en conjunto con las necesidades de transmisión del programa eólico de CFE, planteó la necesidad de ejecutar proyectos de reforzamiento de las líneas existentes y la construcción de una nueva línea para atender tales demandas de transmisión.

Por tanto, y dado que no se pueden comprometer recursos públicos para construir una nueva línea de transmisión sin que existan los compromisos en firme de los permisionarios para instalar la capacidad de generación que da lugar al diseño de dicha línea, se llevó a cabo el procedimiento de TA, mediante el cual el proyecto de generación eólica se abrió a la participación de inversionistas en varias rondas y se establecieron las cartas de crédito y fianzas que respaldan la capacidad a reservar por los inversionistas participantes (véase siguiente cuadro).

Como un resultado de este procedimiento, se incluyó en el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF) 2007 el programa de red de transmisión asociada al proyecto de temporada abierta y a los proyectos eólicos Oaxaca II, III y IV. Se

espera que dicha red inicie operaciones hacia finales de 2009. La línea será financiada proporcionalmente por CFE y los interesados y será garantizada a través de cartas de crédito en poder de CFE.

<b>Empresas participantes en el proceso de Temporada Abierta, 2006</b>	
<b>Empresa</b>	<b>Capacidad de autoabastecimiento remoto (MW)</b>
<b>Total</b>	<b>1,479</b>
Desarrollos Eólicos Mexicanos, S.A. de C.V.	226
Eoliatec del Pacífico	159
Eoliatec del Istmo, S.A. de C.V.	141
Fuerza Eólica del Istmo, S.A. de C.V. (2a. Etapa)	49
Gamesa Energía, S.A.	285
Preneal México, S.A. de C.V.	393
Unión Fenosa Generación México, S.A. de C.V.	226

Las sumas parciales podrían no coincidir con los totales debido al redondeo.

Fuente: CFE.

**Tabla 7**

## **CAPITULO IV**

### ***Lista de gestiones para desarrollar un proyecto eólico***

De acuerdo con los estudios del instituto de investigaciones eléctricas de México (IIE), el país cuenta con un potencial eólico superior a los 40,000 MW, siendo las regiones con mayor potencial las penínsulas de Yucatán, Baja California y el Istmo de Tehuantepec en el estado de Oaxaca.

Las oportunidades para desarrollar un proyecto de energía renovable en México son muchas, sin embargo, existen barreras que dificultan la ejecución de estos proyectos, entre las barreras que se presentan a los proyectos de aprovechamiento de energías renovables para generación de electricidad en México se encuentra el proceso de cumplir con un conjunto de trámites que son requeridos por autoridades Federales, Estatales y Municipales.

La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) llevó a cabo un esfuerzo para realizar una guía de gestiones que nos conlleve a la identificación, ubicación, interpretación y cumplimiento de la gran cantidad de reglas, trámites y gestiones diversas que se requieren llevar a cabo en los tres órdenes de Gobierno ya que sin conocer de su existencia y/o sus particulares puede implicar un costo tal en el desarrollo de los proyectos que los puede hacer incosteables. La CONUEE integró en 2003 la “Guía de Gestiones para implementar una planta de generación eléctrica que utiliza energías renovables en México” lo cual representó un importante esfuerzo para eliminar barreras para la implementación de este tipo de proyectos, esta herramienta se puede encontrar en <http://www.layerlin.com/index.html> y a continuación se muestra la guía de gestiones para el desarrollo de un proyecto eólico.

La guía anteriormente mencionada hace la siguiente recomendación muy marcadamente y en especial se hace la recomendación debido a la experiencia

que se ha tenido de los proyectos con energías renovables, por lo que se debe de tener muy presente:

El aprovechamiento de las energías renovables requiere de emplazamientos que ocupan grandes cantidades de terreno y/o que afectan las corrientes de ríos que forman parte o que son colindantes a comunidades.

Por lo mismo, aparte de los trámites formales que se requieren ante las autoridades en los niveles Local, Estatal y Federal, es recomendable que quienes pretenden desarrollar este tipo de proyectos se pongan en contacto, previo al inicio del desarrollo de los mismos, con las autoridades Locales, lo que incluye a las de la comunidad, las del Municipio y las del Gobierno Estatal.

El establecer contacto con las autoridades formales de la comunidad es un paso que aconsejan las mejores prácticas en proyectos de infraestructura y es necesario para asegurar el apoyo al proyecto de quienes habitan en el lugar donde este se construirá y desarrollará. Este contacto debe reflejarse en acuerdos formales que identifiquen los compromisos de las partes en los procesos de construcción y operación de las plantas de generación a partir de energías renovables.

El establecer contacto con las autoridades Municipales y las autoridades Estatales, además de permitir la identificación de requisitos particulares a cada Estado y/o Municipio y de seguir los pasos que aconsejan las mejores prácticas en proyectos de infraestructura, servirá para que éstas apoyen el desarrollo del proyecto y, en su caso, apoyen en los procesos de establecer acuerdos formales con las comunidades. “

***a) Pasos necesarios para desarrollar un proyecto de energía eólica mayor a 0.5 MW***

*Gestiones para constituirse como sociedad*

El primer paso para desarrollar un proyecto eólico es evaluar su factibilidad técnico-económica a fin de determinar si el proyecto es susceptible de ser desarrollado y si efectivamente dicho proyecto puede representar una opción viable de abastecimiento de electricidad.

### *Trámites para constituirse como sociedad*

#### **1.- Expedición del acta constitutiva - gestión ante *Notario***

Al inicio de cualquier proyecto, es necesario realizar el trámite de constitución de sociedad ante un notario facultado legalmente para expedir el acta correspondiente, de tal manera, que pueda establecerse una razón social conforme a las características y necesidades de la empresa promotora del proyecto, de conformidad con el marco regulatorio del sector eléctrico mexicano.

#### **2.- Solicitud de inscripción en el Registro Nacional de Inversiones Extranjeras – gestión ante *Secretaría de Economía SE***

En el caso de que en la sociedad constituida para el desarrollo del proyecto, intervenga capital extranjero, es necesario registrar esta participación, en las oficinas de las Unidades Administrativas de la Dirección General de Inversión Extranjera de la Secretaría de Economía (SE) en el Distrito Federal, o a las Delegaciones y Subdelegaciones Federales en el resto del país.

#### **3.- Aviso del uso de los permisos para la constitución de sociedades - gestión ante *Secretaría de Relaciones Exteriores SRE***

Adicionalmente, es obligatorio obtener la autorización para constituir la sociedad, independientemente de que se acepte capital extranjero en la conformación de la misma, conforme a lo previsto en la Ley de Inversión Extranjera. Esta autorización se obtiene acudiendo a las oficinas de la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) y Delegaciones Metropolitanas de Álvaro Obregón e Iztacalco en el Distrito Federal, o a las Delegaciones Estatales en el resto del país.

**4.- Solicitud de inscripción al Registro Federal de Contribuyentes - gestión ante *Sistema de Administración Tributaria SAT***

Por otro lado, como cualquier contribuyente dedicado a alguna actividad económica, se debe inscribir a la sociedad en el Registro Federal de Contribuyentes, cumpliendo con las disposiciones tributarias obligatorias, para ello, hay que acudir a los módulos del Servicio de Administración Tributaria (SAT) que le corresponda según su domicilio fiscal, y solicitar el formato adecuado.

**5.- Permiso para la constitución de sociedades - gestión ante *Secretaría de Relaciones Exteriores SRE***

Este trámite también es obligatorio y su objetivo es dar aviso oficialmente, acerca del uso del permiso para la constitución de sociedades, para lo cual hay que acudir a las oficinas de la Dirección General de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE) en el Distrito Federal, o a las Delegaciones Regionales en el resto de la República.

**6.- Expedición de permisos de exportación – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

A fin realizar las importaciones de materiales y equipo necesarias para la construcción y operación de la planta de generación de electricidad es necesario obtener este permiso por parte de la Secretaría de Economía.

*Gestiones para generar electricidad*

El sustento jurídico para el desarrollo de proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables, se dio con las modificaciones de diciembre de 1992 a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, que permite la participación privada en el desarrollo de proyectos, además de cogeneración para: autoabastecimiento; pequeña producción; producción independiente para venta a CFE; y exportación derivada de las anteriores. El uso temporal de la red del



sistema eléctrico nacional por parte de permisionarios, o "porteo", también está autorizado por la Ley.

#### **7.- Estudio de factibilidad de interconexión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

La interconexión a las redes de transmisión y distribución del Sistema Eléctrico Nacional, permite contemplar la instalación de plantas de generación de electricidad en los sitios donde abundan los recursos renovables, como son los sitios con buen viento o insolación, los pequeños recursos hidráulicos, los rellenos sanitarios de basura, sitios donde se acumulan residuos agropecuarios o del bosque, etc., y "portear" la electricidad generada para satisfacer la demanda de los copropietarios en sus instalaciones. A fin de poder interconectarse al Sistema Eléctrico Nacional, es necesario en primer lugar, evaluar la factibilidad de dicha interconexión en función del impacto de la nueva instalación sobre el sistema y de la capacidad de este último para otorgar los servicios de transmisión y de respaldo necesarios para el correcto funcionamiento del permisionario, además de los servicios conexos requeridos. Se trata de un trámite no obligatorio pero que es muy recomendable realizar antes de llevar a cabo cualquier otro estudio o gestión y en paralelo con el estudio de porteo.

#### **8.- Estudio de porteo – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Para todo proyecto que requiera portear energía eléctrica, es decir, que necesite conducir electricidad a través de la red de transmisión de la CFE y/o de LyFC, a fin de satisfacer sus requerimientos de energía en puntos diferentes al de su generación, es necesario conocer en primer lugar, el costo del transporte de la energía eléctrica que se va a pagar al suministrador (\$/kWh) por el porteo de ésta, desde la planta del permisionario, hasta el punto de consumo.

#### **9.- Solicitud de permiso para generar electricidad – gestión ante *Comisión Reguladora de Energía CRE***

La solicitud de permiso para generar electricidad para una capacidad mayor a 0.5 MW se lleva a cabo para una de las cuatro modalidades que se describen a continuación:

**a. Solicitud de permiso de autoabastecimiento de energía eléctrica**

De acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, se entiende por autoabastecimiento a la utilización de energía eléctrica para fines de autoconsumo, siempre y cuando dicha energía provenga de plantas destinadas a la satisfacción del conjunto de los copropietarios o socios del proyecto.

**b. Solicitud de permiso de producción independiente de energía eléctrica** Se considera producción independiente, la generación de energía eléctrica proveniente de una planta con capacidad mayor de 30 MW, destinada exclusivamente a su venta a la Comisión o a la exportación.

**c. Solicitud de permiso de pequeña producción de energía eléctrica.** Se entiende por pequeña producción, la generación de energía eléctrica destinada a:

I. La venta a la Comisión Federal de Electricidad de la totalidad de la electricidad generada, en cuyo caso los proyectos no podrán tener una capacidad total mayor de 30 MW en un área determinada por la Secretaría de Energía;

II. El autoabastecimiento de pequeñas comunidades rurales o áreas aisladas que carezcan del servicio de energía eléctrica, en cuyo caso los proyectos no podrán exceder de 1 MW, y

III. La exportación, dentro del límite máximo de 30 MW.

**d.- Solicitud de permiso de exportación de energía eléctrica.** De acuerdo al Reglamento de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, la Secretaría de Energía, podrá otorgar permisos de generación de energía eléctrica para destinarse a la exportación, a través de proyectos de cogeneración, producción independiente y pequeña producción, que cumplan las disposiciones legales y reglamentarias aplicables según los casos.

*Gestiones para obtener el servicio de respaldo*

*Convenios y contratos con el suministrador.* Una vez obtenidos los permisos correspondientes para cualquiera de las modalidades de generación de energía eléctrica previstas en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y su reglamento, es necesario celebrar convenios de interconexión, compraventa de excedentes, transmisión y energía de respaldo con el suministrador.

**10.- Contrato de interconexión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

El objeto de este Contrato es realizar y mantener durante la vigencia del mismo, la interconexión entre el Sistema y la Fuente de Energía y, en su caso, el o los Centros de Consumo; así como establecer las condiciones generales para los actos jurídicos que celebren las Partes relacionados con la generación y, en su caso, con la transmisión de energía eléctrica.

**11.- Convenio de compra-venta de excedentes de energía – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Si el Permisionario desea poner a disposición del Suministrador excedentes de energía por 20 MW o menos, por los que pretenda pago de capacidad y energía, presentará su oferta de venta de excedentes al Suministrador, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Acuerdo de Excedentes. El Suministrador analizará la propuesta, y si ésta cumple con la condición estipulada en el párrafo 3.4 de dicho Acuerdo de Excedentes, las Partes celebrarán un Convenio de compraventa el cual se sujetará a los lineamientos establecidos en el mismo Acuerdo de Excedentes.

**12.- Convenio de transmisión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad (CFE)***

Si el Permisionario requiere usar el sistema para llevar energía eléctrica desde su fuente de energía hasta sus centros de consumo, solicitará el servicio de transmisión al suministrador quien llevará a cabo los estudios de factibilidad correspondientes, basándose en la ubicación y características de los centros de

Consumo y la fuente de energía que para tal efecto, ha proporcionado el permisionario. En caso de resultar factible el servicio, las partes celebrarán un Convenio, para lo cual se estará a lo establecido por la Comisión Reguladora de Energía en la Metodología de Transmisión por la que se autorizan los cargos correspondientes a los servicios de transmisión.

**13.- Contrato de respaldo – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Para cubrir una posible disminución de capacidad de su fuente de energía, programada o forzada, el permisionario podrá celebrar un contrato con el suministrador de la energía, para lo cual se estará a lo estipulado en la parte conducente del acuerdo de tarifas.

*Gestiones ambientales y para aprovechamiento del recurso natural*

A fin de evitar que el proyecto que desea desarrollar impacte negativamente al medio ambiente, es necesario solicitar un dictamen de impacto ambiental para lo cual es necesario evaluar los posibles impactos del proyecto desde su construcción hasta su operación, con base en estudios científicos y técnicos, y prever las medidas para evitar o mitigar sus efectos.

**14.- Manifestación de impacto ambiental particular, regional o informe preventivo – gestión ante *Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT***

**a.** Manifestación de Impacto Ambiental Particular. El trámite se resuelve de acuerdo a su tamaño e impacto, dependiendo de si las obras y actividades derivadas del proyecto, puedan causar desequilibrio ecológico, por la modalidad de Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) particular o regional, o por la modalidad de Informe Preventivo (IP). Este trámite se debe realizar en las oficinas de la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en el Distrito Federal, y a las Delegaciones Federales para el resto del país.

**b.** Manifestación de Impacto Ambiental Regional El objetivo de la manifestación de impacto ambiental es determinar la viabilidad del proyecto del permisionario, en función del impacto ambiental en el sitio y su entorno, desde su construcción hasta su operación vía informe preventivo (IP).

**c.** Informe Preventivo. El Informe Preventivo se presenta en el caso de que existan normas oficiales mexicanas u otras disposiciones que regulen las emisiones, las descargas, el aprovechamiento de recursos naturales y, en general, todos los impactos ambientales relevantes que puedan producir las obras o actividades o cuando las obras o actividades estén expresamente previstas por un plan parcial o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que cuente con previa autorización en materia de impacto ambiental.

**15.-** Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales – gestión ante ***Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT***

Cuando se pretende desarrollar un proyecto de biomasa que utilice recursos forestales maderables, se debe tramitar esta autorización en las oficinas de la Dirección General de Federalización de Servicios Forestales y de Suelo, de la SEMARNAT.

**16.-** Informe de aprovechamiento de Vida Silvestre – gestión ante ***Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales SEMARNAT***

Para realizar el aprovechamiento de flora y fauna silvestre es necesario contar con los permisos necesarios, requeridos para el proyecto del permisionario en el caso de que tener la operación de la Unidad de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre para realizar trabajos de manejo, conservación, restauración, y aprovechamiento sustentable de especies silvestres; así como aquéllas que realizaron aprovechamiento extractivo al amparo de una Autorización de Aprovechamiento Extractivo.

*Gestiones para la instalación local*

Adicionalmente, se deben realizar los siguientes trámites en los gobiernos estatales y municipales:

**17.-** Licencia de funcionamiento - gestión **LOCAL**

**18.-** Licencia de uso de Suelo - gestión **LOCAL**

**19.-** Factibilidad del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y tratamiento de Aguas residuales – gestión **LOCAL**

**20.-** Factibilidad del servicio de energía eléctrica - gestión **LOCAL**

**21.-** Visto bueno de la unidad de Protección Civil - gestión **LOCAL**

**22.-** Factibilidad de giro - gestión **LOCAL**

**23.-** Licencia de construcción - gestión **LOCAL**

**24.-** Registro Publico de la propiedad y del comercio - gestión **LOCAL**

**25.-** Manifestación de terminación de obra - gestión **LOCAL**

**26.-** Autorización de ocupación - gestión **LOCAL**

**27.-** Autorización para ampliación o modificación de una edificación - gestión **LOCAL**

**28.-** Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores) – gestión **LOCAL**

*Gestiones para el reporte de actividades*

## **29.- Informe estadístico de operación eléctrica – gestión ante la CRE**

Los permisionarios de autoabastecimiento, cogeneración, producción independiente, pequeña producción y exportación, una vez terminado el proyecto deben reportar a la **Comisión Reguladora de Energía** la información referente a la operación eléctrica en el periodo correspondiente.

### ***b) Pasos necesarios para desarrollar un proyecto de energía eólica menor a 0.5 MW***

#### *Gestiones para generar electricidad*

#### **1.- Estudio de factibilidad de interconexión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Conocer la factibilidad real de interconexión de la planta del permisionario, con la Red del suministrador. El estudio aunque no es obligatorio, se recomienda llevarlo a cabo antes de cualquier estudio o gestión y en paralelo con el estudio de porteo.

#### **2.- Estudio de porteo – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

El objetivo del Estudio de Porteo es calcular los costos de los particulares por servicio de transmisión o subtransmisión en proyectos de energía eléctrica. De esta manera, se podrá identificar rápidamente los lugares más convenientes para la ubicación de las plantas de generación con relación a los sitios de consumo, disminuir el tiempo así como el costo de los estudios de diversas alternativas y del cálculo del cargo por el servicio de transmisión o subtransmisión. El estudio es obligatorio para todo proyecto que requiera portear energía eléctrica, independientemente de que se utilicen o no energías renovables, y se recomienda llevarlo a cabo en paralelo con el estudio de interconexión.

#### **3.- Contrato de interconexión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Realizar la interconexión eléctrica del proyecto, con fuente de energías renovables del permisionario, con la Red del suministrador, conforme a lo previsto por el actual marco regulatorio del Sector Eléctrico Mexicano. Cuando requiera celebrar un Contrato de Interconexión los permisionarios de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica con fuentes convencionales y renovables, y permisionarios de importación de energía eléctrica en el área de control Baja California.

**4.- Convenio de compra-venta de excedentes de energía – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Realizar el convenio para vender al suministrador la energía eléctrica excedente generada por el proyecto del permisionario, el cual estará en función del sistema de recepción seleccionado, por “Subasta” o “Automática”, conforme a lo previsto en el marco regulatorio del Sector Eléctrico Mexicano. Permisionarios de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica con fuentes convencionales. Cuando requiera celebrar un Convenio de compraventa de excedentes de energía (Energía Económica) (con un contrato de interconexión ya celebrado con la CFE o requerido simultáneamente con este convenio).

**5.- Convenio de transmisión – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***

Realizar el convenio requerido para poder transmitir (portear) la energía eléctrica, desde el sitio de interconexión del proyecto de fuentes renovables del permisionario, hasta donde se localizan los centros de consumo, utilizando la Red del suministrador, conforme al marco regulatorio del Sector Eléctrico Mexicano. Permisionarios de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica con fuentes convencionales y renovables. Cuando requiera celebrar un Convenio de Transmisión (con un contrato de interconexión ya celebrado con la CFE o requerido simultáneamente con este convenio).

**6.- Contrato de respaldo – gestión ante *Comisión Federal de Electricidad CFE***



Realizar el contrato con el suministrador, para obtener el servicio de respaldo de energía eléctrica que se requiere para el proyecto del permisionario, por medio del cobro de una tarifa mensual, conforme al actual marco regulatorio del Sector Eléctrico Mexicano. Permisionarios de autoabastecimiento y cogeneración de energía eléctrica con fuentes convencionales, y productores independientes que solicitan el servicio de respaldo para arranque negro. Cuando requiera celebrar un Contrato de Respaldo (con un contrato de interconexión ya celebrado con la CFE o requerido simultáneamente con este contrato de respaldo).

*Gestiones para la instalación local*

**7.- Licencia de funcionamiento - gestión LOCAL**

**8.- Licencia de uso de Suelo - gestión LOCAL**

**9.- Factibilidad del Servicio de Agua Potable, Alcantarillado Sanitario y tratamiento de Aguas residuales – gestión LOCAL**

**10.- Factibilidad del servicio de energía eléctrica - gestión LOCAL**

**11.- Visto bueno de la unidad de Protección Civil - gestión LOCAL**

**12.- Factibilidad de giro - gestión LOCAL**

**13.- Licencia de construcción - gestión LOCAL**

**14.- Registro Publico de la propiedad y del comercio - gestión LOCAL**

**15.- Manifestación de terminación de obra - gestión LOCAL**

**16.- Autorización de ocupación - gestión LOCAL**

**17.-** Autorización para ampliación o modificación de una edificación - gestión **LOCAL**

**18.-** Balizamiento (señalización de navegación aérea en aerogeneradores) – gestión **LOCAL**

## ***Estudio Normativo para campos eólicos en México***

Adicionalmente a los pasos mostrados anteriormente, el instalar un parque eólico requiere someterse a otras normalizaciones que a continuación se muestran. Para el estudio normativo, se hizo una matriz dividida en distintos puntos para su mejor comprensión, tomando primeramente una lista de todos los componentes necesarios en un campo eólico, como la torre, la estructura, paneles de control, góndola o nacelle, el hub, la iluminación y los sistemas de seguridad. Tomando en cuenta su relación respecto a la maquinaria, la estructura, la parte eléctrica y electrónica, los efectos electromagnéticos, las sustancias peligrosas, la eficiencia energética, todo esto, si es aplicable y en que campos se utiliza.

### ***Estructura***

En este apartado, se tomó en consideración los requerimientos necesarios que exige Comisión Federal de Electricidad para su construcción. Requerimientos, que la empresa que está encargada de hacer el campo eólico tendrá que cumplir garantizando de esta manera, el óptimo funcionamiento del campo y que no existan problemas de mantenimiento frecuentes. Las partes en las cual aplica son concreto y cables subterráneos, así como construcción de autovías.

Las normas que se requieren son las siguientes:

- **SCT-2.01.01** La cual nos habla del proyecto geométrico de carreteras. Pues en algunos casos, no existen los medios para llegar a la implementación de los aerogeneradores, es por eso que se tienen que diseñar las avenidas, carreteras y tercerías en el caso que se requiera alguna de estas.
- **SCT-3.02.02** Esta norma marca el tipo de varilla, cemento, zapata que será utilizada, que es parte del estudio previo del suelo que se hizo para conocer el tipo de suelo.

- **SCT-6.01.03** En el caso de que se construyan calles o avenidas, al igual que carreteras, se recurre a esta especificación para saber sobre el pavimento que se usará.
- **SCT-3.02.03** Cuando se realizan los baños dentro del campo, se utiliza esta norma para la construcción de estructuras y obras de drenaje, para que no exista fuga y/o contaminación de suelo.
- **Serie W** Siendo esto un compendio de normas NMX que respectan a los productos de metal no ferrosos, como son los productos de cobre y sus aleaciones, conexiones de cobre soldables, especificaciones y métodos de prueba, prueba hidrostática y neumática.

### ***Maquinaria***

Este punto es importante señalar que la normativa es mayormente por parte de las normas europeas, International Electromechanical Commission (IEC) y lo restante son normas mexicanas no obligatorias pero se recomienda el cumplimiento de ellas, dando mayor seguridad y calidad. Que corresponden a los paneles de control y la nacelle. Estas normas son:

- **Serie B** Esta compendio de normas mexicanas NMX se refiere a los productos siderúrgicos, como es el análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones, tubos de acero al carbón o galvanizados por impresión en caliente, para usos comunes; Guía para la calificación de procedimientos y personal para piezas coladas de acero, acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa; método de prueba – doblado de productos terminados; piezas coladas de acero aleado para partes que trabajan a presión y altas temperaturas, solo por mencionar algunos
- **NMX-J-018** referido a los desconectadores eléctricos de navajas de baja tensión, descubiertos

- **IEC 34-1** Lo que respecta a la especificación de los motores de inducción
- **IEC-56** High Voltage Alternating Circuit Breakers
- **IEC-137** Bushing For Alternating voltage Above Loolv
- **IEC-129** Aisladores para corriente alterna y switches a tierra para voltajes encima de 1000 V.
- **IEC-265.** High Voltage Switches.
- **IEC-61400-12-1** Wind Turbines -Part 12-1: Power Performance Measurements of Electricity producing wind Turbines.
- **IEC-61400-11** Wind Turbine Generator Systems-Part 11: Acoustic Noise Measurement Techniques.
- **IEC-61400-24.** Wind Turbine Generator Systems-Part 24: Lightning Protection
- **IEC-60050-415.** International Electrotechnical Vocabulary – Part 415 Wind Turbine Generator Systems.

### ***Eléctrico y Electrónico***

En lo que respecta al campo Eléctrico y electrónico se tiene que la norma Mexicana es fundamental para la instalación, tomando en cuneta de todas maneras las normas europeas como se muestra, siendo aplicables para la góndola, DTA, torre y cimientos.

- **Nom-001- SEDE 2005** Instalaciones Eléctricas. La cual es relativa a las instalaciones destinadas al suministro y uso de la energía eléctrica, los requisitos de las instalaciones eléctricas, el alambrado y su respectiva protección, los alimentadores, la protección contra sobre corriente, la puesta a tierra, apartarrayos, así como los métodos de alambrado y materiales, cables y cordones flexibles, luminarias, portalámparas y equipos de uso general.
- **NOM-001-SEMP 1994** en lo que respecta a las instalaciones destinadas al suministro y uso de energía eléctrica.

- **NOM-002-SEDE-1997** Aquí es donde se marca los productos eléctricos, sobre sus requisitos de seguridad y ahorro de energía.
- **IEC 1024-1** En lo que respecta a protección contra descargas atmosféricas
- **IEC-61400-1** Especifica las exigencias de diseño esenciales para asegurar la integridad de la ingeniería de turbinas de viento. Proporciona un nivel apropiado de protección contra el daño de todos los peligros durante la vida planificada. Concierno con todos los subsistemas de turbinas de viento como el control y mecanismos de protección, sistemas internos eléctricos, sistemas mecánicos y estructuras de apoyo. Se aplica a las turbinas de viento de todos los tamaños.

### ***Medio Ambiente***

El siguiente punto marcado es el apartado en lo que respecta al medio ambiente, teniendo una importancia fundamental en México, siendo un país con una riqueza tanto en flora como en fauna, tomando en consideración el daño que se ocasiona a las aves y otros animales voladores, como es el caso en Oaxaca respecto a los murciélagos. Las normas que se necesitan cumplir se especifican a continuación.

- **NOM-041-SEMARNAT-2006**, que menciona los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación. Esto aplica en los vehículos que se usarán para el transporte de los aerogeneradores, en los vehículos para la construcción de medios de comunicación y diversos.
- **NOM-042-SEMARNAT-2003** Relacionado sobre los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales.
- **NOM-044-SEMARNAT-1993** Marcando los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales
- **NOM-045-SEMARNAT-2006**. Tratando de la opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel.

- **NOM-059-SEMARNAT-2001.** Con lo que respecta de la protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres-categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo
- **NOM-081-SEMARNAT-1994.** Referente a los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición
- **NOM-113-SEMARNAT-1998.** Marcando la protección ambiental para la planeación diseño, construcción, operación y mantenimiento de subestaciones eléctricas de potencia o de distribución

### ***Seguridad***

Un punto de vital importancia es relacionado a la seguridad, tanto de los productos utilizados como la seguridad y la higiene de los centros de trabajo y de las personas que laboran en ellos, aplicables para la torre, DTA, Hub, señalización e iluminación.

- **NOM-011-STPS-2001** Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- **NOM-013-STPS-1993** Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se generen radiaciones electromagnéticas no ionizantes.
- **NOM-017-STPS-1993** Equipo de protección personal. Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.
- **NOM-001-STPS-1999** Respecto a las condiciones de edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo, siempre tomando las condiciones de seguridad e higiene.
- **NOM-002-STPS-1993** Sobre las condiciones de seguridad para la prevención y protección contra incendios en centros de trabajo
- **NOM-019-STPS-2004** Constitución y funcionamiento de las comisiones de seguridad e higiene en los centros de trabajo.

- **NOM-021-STPS-1994** Relativa a los requerimientos y características de los informes de riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.
- **NOM-025-STPS-1993** Relativa a las condiciones de iluminación que deben tener los centros de trabajo.
- **NOM-026-STPS-1994** Relativa a colores y señales de seguridad e higiene e identificación de riesgos por fluidos conducidos por tuberías. En lo que respecta a la señalización

### ***Sustancias peligrosas***

En lo que respecta de la tabla relacionado a las sustancias peligrosas, lo que se tiene que prestar atención para la construcción de un campo eólico es:

- **NOM-052-SEMARNAT.** características de los residuos peligrosos por su toxicidad al ambiente
- **NOM-001-SEMARNAT.** Especificando los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.
- **NOM-002-SEMARNAT.** Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales, a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.
- **NOM- 053-SEMARNAT.** Donde marca el procedimiento para llevar a acabo la prueba de extracción para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente



## ***Eficiencia Energética***

En lo que respecta a la eficiencia energética, el campo de aplicación es básicamente sobre los transformadores de distribución, los cuales se utilizarán cuando la construcción del campo sea casi terminada y se tenga que pasar al sistema interconectado. Refiriéndose a las subestaciones y el sistema interconectado.

- **NOM-002-SEDE-1999** Requisitos de seguridad y eficiencia energética para transformadores de distribución, que precisamente establece los requisitos de seguridad y eficiencia que deben de cumplir los transformadores de distribución.

## ***EMC***

La compatibilidad electromagnética EMC por sus siglas en inglés (Electromagnetic Compatibility) Es otro punto de las normas que se toma en cuenta. En México no se considera puesto que, viene implícito en la norma referida a los cables, siendo más específico, en el recubrimiento de los cables para que no exista interferencia electromagnética.

Cabe señalar que todas estas normas son examinadas para que se cumplan en su totalidad por una unidad verificadora, dando un certificado para comprobar que se cumplen los requerimientos. Por otra parte, Comisión Federal de Electricidad, para la construcción del aerogenerador, acepta las normas que se empleen en el país de origen.

## **CAPITULO V**

### ***Conclusiones***

La necesidad de satisfacer las demandas de energía eléctrica por parte de la población, tomando en consideración la reducción de gases contaminantes que provocan el efecto invernadero y aprovechando el gran potencial que se tiene para la generación de energía en base a fuentes renovables, ha llevado a que en México se empiecen a dar paso agigantados en el uso de energías renovables, ya sea por propia cuenta de CFE o por particulares.

Con ayuda de la Comisión Reguladora de Energía, así como de distintos organismos, se empieza ya a fomentar el uso de la energía renovable y a regular su implementación, haciendo todo un proceso de gestión para su construcción así como ayudas a la inversión.

De esta manera, se mostró con este estudio, la importancia de una reglamentación y normas para generar energía con fuentes renovables, indicando los requerimientos y sus campos de aplicación; así como todo el estudio necesario y la gestión de proyectos eólicos para poder ingresar a esta competitividad global en la que se encuentran las energías renovables, beneficiando al planeta y contribuyendo a la mitigación de gases de efecto invernadero.

En el caso de la energía eólica, está empezando a surgir un gran crecimiento esperando llegar tan solo en Oaxaca a 5 GW de potencia instalada. Es por eso que se promovió la implementación de una ley que regule todo el aspecto de los campos eólicos, desde el estudio, hasta la desmantelación del mismo, apoyando por parte del gobierno, las empresas que quieran iniciar proyectos eólicos. Mientras tanto, existen diferentes normas y recomendaciones a cumplir en la construcción de los parques eólicos, necesarias para garantizar una vida útil que no tenga diversos problemas y beneficie tanto a la empresa constructora, como a la suministradora de energía. Estas normas, algunas de ellas internacionales y otras

mexicanas, son necesarias más no suficientes y no puntualizan para algunos casos puesto que las mexicanas son para la parte mecánica o eléctrica de manera general, no teniendo exclusividad con lo relacionado al campo, puesto que si tomamos como base las normas internacionales y aunado a las normas mexicanas ya existentes se podría tener la norma para campos eólicos. Por otra parte, se tiene que regular la capacitación a la gente para entender mas sobre los campos eólicos para poder de esta manera evitar conflictos entre empresas y ejidatarios como se está viviendo actualmente.

Como se pudo ver, la ley nos marca que los recursos naturales son de uso exclusivo de la nación y al realizar un campo eólico como iniciativa privada que venderá la energía realizada a CFE no se viola esta ley, pero queda un recoveco que sería bueno también aclarar sobre el auto consumo, ya sea desde el sector empresarial o en casas, puesto que se beneficia a un particular.

Si en lugar de tener un compendio de normas tanto internacionales como nacionales y se hace una verdadera reglamentación, juntando lo que concierna a cada una, se tendría un orden en el estudio y diseño de proyectos así como factibilidad para pedir apoyo bancario para la financiación del proyecto y de esta manera tener también claridad a la hora de evaluar si el proyecto eólico cuenta con la satisfacción para cumplir con las necesidades de la población y aprovechar su uso.

## ***Bibliografía***

AEE. *Eólica 2008. Anuario del Sector: análisis y datos*. España 2009

AEE. DELOITTE. *Estudio macroeconómico del impacto del Sector Eólico en España*. 2008. España 2009

BP *Statistical Review of World Energy*, June 2008

CRE, Francisco Barnés de Castro. *Las Energías Renovables en México*. 2006

CFE. *Programa de Obras e Inversiones del Sector Eléctrico (POISE) 2009-2018*.

EUGENE HECHT, Física Algebra y Trigonometría, Tomo 1, capítulo 1.1999

IBERDROLA, Energías Renovables para todos, EÓLICA. España 2007

Lizaola de la Torre, Alonso. Cámara de Diputados. LX Legislatura. *Energías Renovables y su legislación*. Agosto 2008.

SENER, *Balance Nacional de Energía 2006*. México. Primera edición 2007.

Secretaría de Energía, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) *Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México*. 2006

GREENPEACE, EPIA. *Solar Generation V*. 2009

Secretaría de Energía. Dirección de Planeación Energética. *Prospectiva del Sector Eléctrico 2007-2017*. México, 2008

WWEA *La Energía Eólica en el Mundo*, Informe 2008. España 2008.

## **Bibliografía Electrónica**

Agencia Internacional de Energía. Renewables and Waste in World in 2006

[http://www.iea.org/Textbase/stats/renewdata.asp?  
COUNTRY\\_CODE=29&Submit=Submit](http://www.iea.org/Textbase/stats/renewdata.asp?COUNTRY_CODE=29&Submit=Submit)

Asociación Geotérmica Mexicana, Geotermia para generar energía eléctrica [http://  
www.geotermia.org.mx/geotermia/?page\\_id=112](http://www.geotermia.org.mx/geotermia/?page_id=112)

Portal de energías renovables, Geotermia y del mar.

[http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit\\_actual\\_renovables/otras\\_renovables.htm#wav](http://www.energiasrenovables.ciemat.es/suplementos/sit_actual_renovables/otras_renovables.htm#wav)

*Energía Eólica* <http://www.layerlin.com/>

CONAE mini hidráulica.

[http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/1601/1/image  
s/minihidraulica.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/1601/1/images/minihidraulica.pdf)

CFE listado de centrales generadoras

<http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/generacionelectricidad/lisctralesgeneradoras/>

CFE, Parque Eólico en el Istmo de Tehuantepec

[http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4289/2/aracel  
yacosta.pdf](http://www.conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4289/2/aracelyacosta.pdf)