

DESARROLLO Y  
SITUACION ACTUAL  
DEL SECTOR  
EOLICO  
EN AMERICA  
CENTRAL



Mayo 2012



Este trabajo fue elaborado por el Lic. Jorge Asturias Ozaeta, Coordinador de la Oficina Subregional de OLADE en América Central y forma parte de las acciones contempladas en el marco del Plan Trienal de la administración 2011-2013.

Dr. Victorio Oxilia Dávalos,  
Secretario Ejecutivo de OLADE.

Dr. Fernando Ferreira  
Director de Integración

Dr. Néstor Luna  
Director de Estudios y Proyectos

La Organización Latinoamericana de Energía –OLADE, agradece al Ingeniero Guillermo Leiva Viamonte, por su contribución en la revisión y preparación del prólogo de éste trabajo.

Las opiniones expresadas son de los autores y no necesariamente representan la posición oficial de OLADE.

Organización Latinoamericana de Energía -OLADE-  
Av. Mariscal Antonio José de Sucre  
N58-63 y Fernández Salvador  
Edificio OLADE, Sector San Carlos  
Casilla 17-11-6413  
Quito, Ecuador  
Teléfonos: (593.2) 2598-122/ 2598-280

Marzo 2012

[www.olade.org](http://www.olade.org)

## INDICE

a.	<b>INTRODUCCION – Jorge Asturias</b> .....	7
b.	<b>PROLOGO- Ing. Guillermo Leiva Viamonte</b> .....	6
<b>I.</b>	<b>Antecedentes e historia reciente sobre tecnologías de generación eólica</b> .....	9
I.2	Evolución histórica de las tecnologías eólicas.....	10
I.2.1	Normas de diseño.....	11
I.2.2	Tipos de turbinas eólicas que dominan el mercado actual.....	14
I.3	Evolución del mercado y la industria eólica en el mundo.....	16
I.4	La energía eólica y el medio ambiente.....	19
I.4.1	Programa Socio-ambiental de GLOBELEQ MESOAMERICA ENERGY Caso: proyecto eólico Cerro de Hula, Honduras.....	21
<b>II.</b>	<b>Situación y experiencia de América Central en energía eólica</b> .....	27
II.1	Costa Rica.....	30
II.1.1	Capacidad instalada	
II.1.2	Proyectos futuros	
II.1.3	Mapa de potencial eólico	
II.2	Honduras.....	33
II.2.1	Capacidad instalada	
II.2.2	Proyectos futuros	
II.2.3	Mapa de potencial eólico	
II.3	Nicaragua.....	36
II.3.1	Capacidad instalada	
II.3.2	Proyectos futuros	
II.3.3	Mapa de potencial eólico	
II.4	Guatemala.....	39
II.4.1	Proyectos futuros	
II.4.2	Mapa de potencial eólico	
II.5	El Salvador.....	42
II.5.1	Proyectos futuros	
II.5.2	Mapa de potencial eólico	
II.6	Panamá.....	44
II.6.1	Proyectos futuros	
II.6.2	Mapa de potencial eólico	
II.7	Costos de generación con diferentes tecnologías en América Central.....	46
<b>III.</b>	<b>Marcos regulatorios y políticas que promueven las energía renovables en América Central</b> .....	48
III.1	Políticas Regionales.....	49
III.1.1	Matriz de Acciones para la Integración y el Desarrollo Energético de América Central.....	49
III.1.1.1	Avances	
III.1.2	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020.....	50
III.1.2.1	Avances	
III.2	Políticas de los países de América Central que promueven las energías renovables	
III.3	Legislación específica aplicable a las energías renovables en América Central.	
b.	<b>BIBLIOGRAFIA</b> .....	59

# INTRODUCCION

---

En los años 80, la Organización Latinoamericana de Energía –OLADE- con el apoyo de los Países Miembros realizó un estudio inicial sobre el levantamiento del potencial eólico en América Latina y El Caribe, con el objetivo de elaborar un Atlas Eólica para la Región, conclusiones de los trabajos iniciales recomendaron que no era posible la realización de éste Atlas debido a que para esa fecha (julio de 1981): los datos eran insuficientes, la heterogeneidad de los horarios de medición y procedimientos para la obtención de los valores medios y por la diversidad de altura en la instalación de los medidores, entre otros. Por tal motivo, se acordó limitar el estudio a la subregión de América Central, formando parte del Programa Regional de Energía Eólica de OLADE y fue realizado en base a las informaciones meteorológicas de Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Una de las importantes conclusiones de dicho estudio es que se identifican como áreas de interés para el desarrollo de la energía eólica, regiones de Honduras, Nicaragua y Costa Rica y reconoce que existía información limitada para Guatemala, El Salvador y Panamá.

La experiencia de Costa Rica como país pionero en el aprovechamiento del recurso eólico en la década de los años 90, resultó ser una experiencia exitosa a imitar. En ese sentido, a partir del año 2004, varios países de América Central (Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua) participaron en un estudio sobre el mapa de actividades del recurso eólico en América Central, realizado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL) del Departamento de Energía de los Estados Unidos, como parte del proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment -SWERA- del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, que incluyó alrededor de 400,000 Km<sup>2</sup> en tierra firme y al sumarle las áreas en mar territorial alcanza los 500,000 Km<sup>2</sup>, con este importante trabajo se logra avanzar en la identificación de sitios con potencial de energía eólica y se estima que el potencial de viento de moderado a bueno es de cerca de 65,000 MW.

Para el año 2011 dos países más de esta subregión se habían sumado a la experiencia de producir energía con viento (Nicaragua en el 2009 y Honduras en el 2011).

Una de las principales estrategias de todos los países de ésta Subregión, es reducir la dependencia de los combustibles fósiles para la generación de electricidad, para lo cual han desarrollado políticas que promueven el incremento de la participación de las fuentes de energías renovables para la generación de electricidad. La mayoría de los países cuenta con legislación específica sobre incentivos al desarrollo de las energías renovables, el objetivo es atraer inversiones para el desarrollo de proyectos hidroeléctricos, eólicos, geotérmicos y de biomasa de mediana y gran escala.

América central es una región que cuenta con importantes recursos renovables, el énfasis ha sido principalmente en los recursos geotérmicos e hidroeléctricos, sin embargo en los últimos años la energía eólica ha ido incrementando su participación en la matriz energética de la subregión, no obstante aún requiere de mayor investigación y análisis para su desarrollo a gran escala.

En ese sentido, el presente estudio pretende contribuir con información reciente sobre el desarrollo y la situación actual del sector eólico en América Central, para lo cual en el primer capítulo se presenta una sección dedicada a los antecedentes de la energía eólica, que incluye desde la evolución histórica de las tecnologías para la generación de energía eólica en el mundo, así como la evolución del mercado a nivel internacional y su relación con el medio ambiente, la mayor parte de la fuente de referencia utilizada para éste primer capítulo es el material preparado por el Ing. Guillermo Leiva Viamonte, en el Curso sobre Energía Eólica dictado en el Programa de Desarrollo Ejecutivo en Planificación Energética realizado por OLADE en la Ciudad de Guatemala en el año 2010, con actualizaciones y complementación con otras fuentes.

En el segundo capítulo se presenta, la situación actual de la energía eólica en América Central, la capacidad instalada, tipo de turbinas instaladas, potencial eólico, proyectos futuros en la subregión así como un resumen de los costos de generación en América Central generados por el proyecto Acelerando las Inversiones en Energía Renovable en Centroamérica –ARECA-. En el Capítulo 3 se presentan las políticas, normativas y legislación regional y nacional aplicable a las energías renovables, incluyendo incentivos e información sobre el avance en el cumplimiento de estas políticas.

# PROLOGO

---

La industria eólica internacional ha alcanzado gran madurez y continúa su expansión incluso en medio de la actual crisis económica y financiera global, impulsada por vectores económicos, ambientales y sociales. Actúan especialmente a favor de esa expansión la espiral ascendente e indetenible de los precios de los combustibles fósiles, y el creciente reconocimiento por la comunidad científica mundial y cada vez más amplios sectores políticos, económicos y sociales de que el calentamiento global se hará irreversible si no crece la eficiencia del uso de la energía, se emplean fuentes renovables, limpias, sostenibles y más baratas a largo plazo, y se multiplica la aplicación de acciones diversas para proteger el entorno. El 1<sup>er</sup> capítulo de este reporte presenta una breve panorámica de la evolución y las expectativas de desarrollo de la tecnología eólica.

Para América Latina y el Caribe el proceso de asimilación de la tecnología para aprovechar el recurso energético eólico, renovable y ampliamente disponible en el continente, ha sido lento y no exento de escollos. Luego de asistir por más de 2 décadas como observadores casi pasivos al desarrollo de las tecnologías eólicas, durante los que hubo pocos progresos en la caracterización de los recursos nacionales, la calificación de especialistas y algunos intentos de desarrollos propios, fue apenas en los últimos 3 a 5 años que se inició en nuestro continente su introducción masiva y ya se exceden los 2 GW instalados, cifra claramente insuficiente respecto a las demandas energéticas pero que denota la disposición de los gobiernos y distintos actores en casi todos nuestros países, de poner en marcha un proceso indetenible de incremento progresivo de la penetración eólica.

Pero para ello será imprescindible que se creen o fortalezcan capacidades endógenas (productivas, tecnológicas y especialmente la formación de recursos humanos) para asimilar y fabricar grandes aerogeneradores y equipos complementarios, así como para planificar y ejecutar el desarrollo de las infraestructuras imprescindibles (redes viales, eléctricas, otras) y adquirir capacidades para operar eficientemente los parques eólicos que se despliegan.

Este reporte dedica su 2<sup>o</sup> capítulo a caracterizar los avances alcanzados en Centroamérica, y destaca que tres países (Costa Rica, Nicaragua y Honduras) han iniciado ya la introducción masiva de potencia de generación eólica en sus sistemas energéticos, y hoy cuentan con 293 MW instalados, en tanto que todos los países de la sub-región disponen de mapas nacionales que caracterizan de modo orientativo el recurso eólico aprovechable, preparan proyectos en distintas fases y diseñan programas de desarrollo.

Al respecto será necesario observar de cerca la evolución real de los costos de generación de la eólica en los proyectos ya ejecutados y los propuestos, dado que los escenarios estimados de los costos de generación para diferentes tecnologías en uso o previstas para

la sub-región sitúan a la eólica en posición desventajosa, con costos sólo inferiores a los de la generación con turbinas de gas.

Las escalas de producción alcanzadas por los principales fabricantes eólicos, los efectos de condiciones coyunturales sobre el mercado y el tamaño de los modernos aerogeneradores pueden actuar favorablemente para disminuir los precios del equipamiento, que según cada caso pueden representar entre el 60 y el 80% de los costos totales de inversión, y que junto con la selección adecuada de emplazamientos donde se garantice alcanzar una elevada producción anual de energía son los factores principales que inciden en el costo de la generación eólica y en la efectividad de su positivo efecto ambiental.

El 3º capítulo relaciona de modo muy compacto los marcos regulatorios y las políticas que promueven el uso de las energías renovables en Centroamérica, que han hecho posible los modestos pero ya importantes progresos en el desarrollo de parques eólicos que se han alcanzado con participación mayoritaria de capitales privados a partir de normas de participación o subastas reguladas por los gobiernos, facilidades tributarias y otras medidas; sin embargo las restricciones previamente existentes junto al insuficiente desarrollo industrial propio y la carencia de experiencias previas condicionan que esos avances se basen en la importación total de los componentes principales de las tecnologías instaladas y que aún sea baja la participación de las industrias y empresas de servicios energéticos nacionales en la complementación de los proyectos ejecutados.

Aunque la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020 ha trazado objetivos generales comunes, el desarrollo eólico actual parece basarse en las iniciativas nacionales por lo que debería fortalecerse un programa coordinado a nivel sub-regional para potenciar la capacidad negociadora frente a los suministradores, lo que permitiría reducir los costos del equipamiento, mejorar las condiciones para acceder a servicios imprescindibles para la sostenibilidad de los proyectos, y a la vez ampliar las posibilidades de explotar al máximo el potencial eólico regional y balancear los consumos con las capacidades de generación mediante transferencias controladas de energía entre los países.

Estos y otros retos deberán ser enfrentados en el futuro cercano para lograr el mejor aprovechamiento de las potencialidades del recurso eólico regional en interés de obtener del viento más elevados beneficios económicos, ambientales y sociales, propósitos principales que deben impulsar su utilización.

**Ing. Guillermo Leiva Viamonte**

# CAPITULO I

## EVOLUCION HISTORICA DE LA ENERGIA EOLICA

---

## I. ANTECEDENTES<sup>1</sup>

### I.1 HISTORIA RECIENTE SOBRE TECNOLOGÍAS DE GENERACION EÓLICA:

Las primeras experiencias del uso del viento para producir electricidad datan del final del siglo XIX; en Europa fue el danés Paul La Cour que a partir de turbinas eólicas provocaba electrolisis para circuitos eléctricos y en Estados Unidos, Charles F. Brush construyó durante 1880 una turbina eólica de 12 kW para producir electricidad en corriente continua; esta energía se almacenaba en 12 baterías.

Posteriormente, la crisis del petróleo en las décadas de los 70, obligó a los países a implantar políticas energéticas encaminadas a disminuir el consumo de petróleo mediante el ahorro energético, la eficiencia energética y potenciar otras fuentes como la nuclear, el gas natural o las energías renovables, como la eólica, dándole un impulso a la investigación, al desarrollo y a la maduración de éstas tecnologías.

En el cuadro No.1 se presenta la evolución reciente que han presentado las tecnologías de generación eólica en el mundo, desde la identificación y consolidación de los principios constructivos y aerodinámicos, pasando por los primeros aerogeneradores hasta la maduración de la industria eólica.

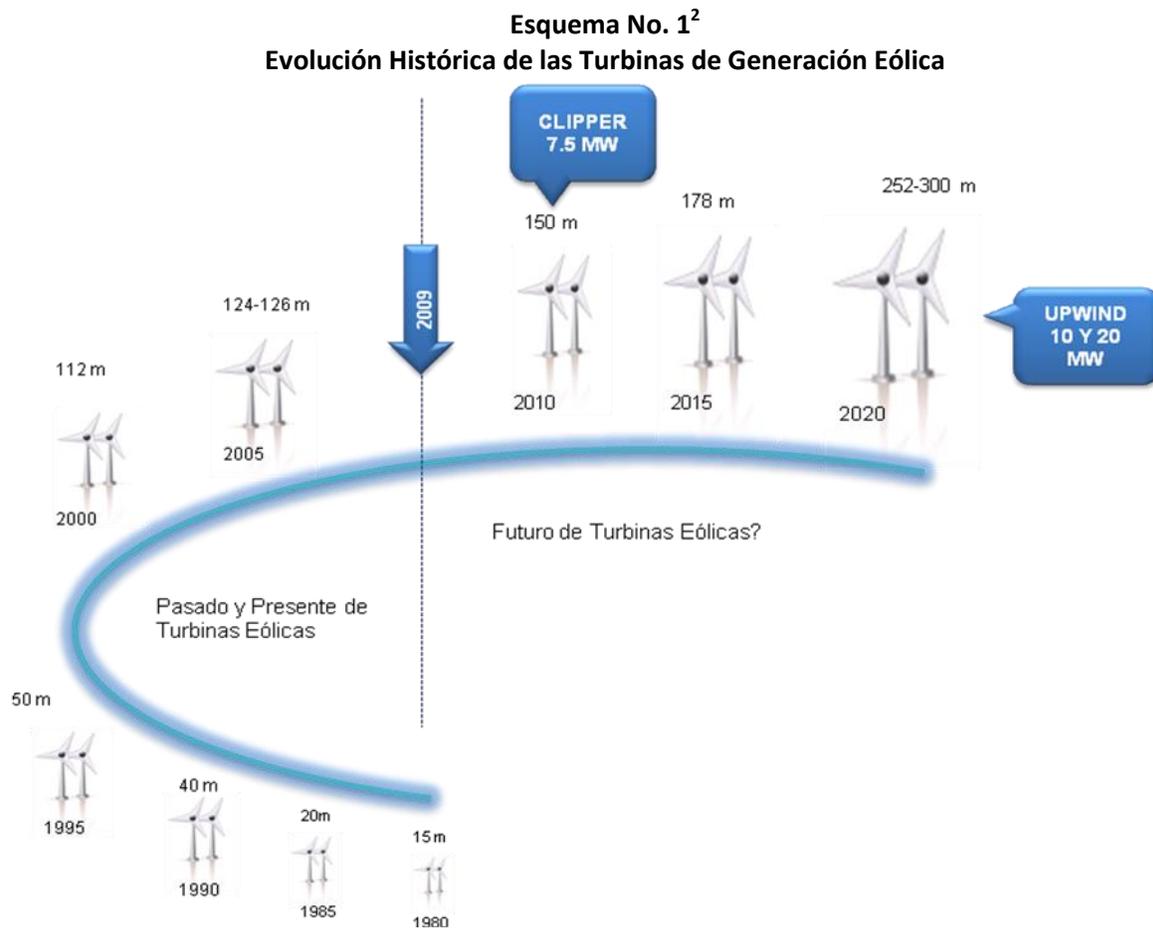
**Cuadro No. 1**

<b>Tecnologías de Generación Eólicas</b>		
<b>Identificación y consolidación de los principios constructivos y aerodinámicos</b>	Fines S. XIX e inicios del XX	La Cour (Dinamarca)
	1919	Betz (Alemania)
	1926, 1935	Glauert (Alemania)
<b>Primer aerogenerador autónomo</b>	Fines del S. XIX	Brush (EEUU) P12 kW C Directa
<b>Primeros aerogeneradores experimentales conectados a redes</b>	1931	Balaclava (URSS) P 100 kW, D 30 m
	inicios de los años '50	Andrea Enfield (GB) P100 kW, 24 m
<b>1ª Crisis Petrolera</b>	1973-74	Inicio de importantes programas gubernamentales de Investigación y Desarrollo en EEUU, Suecia, Alemania y GB.
<b>2ª Crisis Petrolera. Primer "boom" eólico en California ( EEUU)</b>	mediados de los años '80	Consolidación del Concepto Danés. Aerogeneradores tripalas con generador asíncrono, velocidad fija y control de potencia "stall". P < 100 kW
<b>Maduración de la industria</b>	Desde inicios década de años '90	Apenas 20 años de expansión masiva. Crecimientos sostenidos anuales de la potencia instalada superiores a 25%.

**Fuente:** Elaboración propia con base en información del curso sobre Energía Eólica del Ing. Guillermo Leiva Viamonte. PDEPE OLADE, Guatemala 2010

<sup>1</sup> La información contenida en el Capítulo I de éste documento, tiene como fuente principal, el material utilizado por el Ing. Guillermo Leiva Viamonte, en el Curso sobre Energía Eólica dictado en el Programa de Desarrollo Ejecutivo en Planificación Energética de OLADE, realizado en la Ciudad de Guatemala en el año 2010.

La tecnología eólica se desarrolla indeteniblemente desde los años 80 y las previsiones indican que continuará esta tendencia, incluso acelerándose. En el esquema No.1 se puede apreciar la evolución que han tenido las turbinas eólicas pasando el tamaño de las torres de una altura de 15 metros en la década de los 80 a una altura de 150 metros en el año 2010 y se perfila que las mismas podrían alcanzar hasta los 300 metros en el 2020.



## I.2 EVOLUCION HISTORICA DE LAS TECNOLOGIAS

Los acelerados avances técnicos modernos son muy visibles en la tecnología de los aerogeneradores, cuyo tamaño ha aumentado unas 100 veces en 20 años.

Aunque parecen máquinas simples, sus requerimientos fundamentales distinguen a esta rama de la ingeniería de cualquier otra debido a que:

- Tienen que operar como plantas eléctricas desatendidas, y aportar a la red más que simplemente energía.

<sup>2</sup> Fuente: Elaboración propia con base en información "The Economics of Wind Energy" EWEA (European Wind Energy Association) y de Garrad Hassan

- El viento varía en escalas temporales de segundos a años, introduciendo incertidumbre en todo, desde las cargas mecánicas a la producción de energía.
- La tecnología tiene que competir en costos de energía con otras renovables y con la generación convencional.

Los principales factores que impulsan su desarrollo actual son:

- La compatibilidad con la red
- El costo de la energía (que incluye la fiabilidad)
- Las emisiones acústicas aspecto visual y adecuación a condiciones del sitio.

### I.2.1 Normas de Diseño y Certificación:

Las normas que establecen los requisitos de diseño, certificación y selección de certificación de los aerogeneradores se elaboraron para unificar criterios de diseñadores y clientes para comparar sus cualidades según parámetros normalizados.

Estas normas han evolucionado conforme los modos de operación, métodos de diseño y selección de materiales, sistemas de regulación y control, y los conocimientos sobre la incidencia de los factores externos en la resistencia, fiabilidad y durabilidad de los principales componentes y de los aerogeneradores como conjunto.

Las normas más aceptadas y utilizadas actualmente son:

- IEC 61400-1, Edición 2 (1999): Aerogeneradores. (Requisitos de seguridad).
- IEC 61400-1, Edición 3 (2005): Aerogeneradores. Requisitos de diseño.
- Germanischer Lloyd. Rules and Guidelines. IV. Industrial Services. 1. Guideline for the Certification of Wind Turbines. Edition 2003 with Supplement 2004.

Los aerogeneradores se clasifican según el cuadro No. 2 siguiente (clasificación acogida por numerosas normas nacionales):

**Cuadro No. 2**  
**Clases de aerogeneradores**

Parámetros principales de diseño		Clases de aerogeneradores			
		I	II	III	S (Especial)
$V_{ref}$	(m/s)	50	42.5	37.5	Valores especificados por el diseñador
<b>A</b>	$I_{ref}$ (adimensional)	0,16			
<b>B</b>	$I_{ref}$ (adimensional)	0,14			
<b>C</b>	$I_{ref}$ (adimensional)	0,12			
Otros parámetros de diseño					
$V_{ave} = 0,2 V_{ref}$	(m/s)	10	8,5	7,5	
$V_{e50} = 1,4 V_{ref} (Z/Z_{bujie})^{0,11}$	(m/s)	70	59,5	52,5	
$V_{e1} = 0,8 V_{e50} (Z_{bujie})$	(m/s)	56	47,6	42	

Fuente: Elaboración propia tomado de la presentación del Ing. Guillermo Leiva V. Guatemala 2010

Siendo:

- $V_{ref}$  Velocidad de referencia (velocidad máxima promedio de 10 minutos con recurrencia de 50 años, estimada a la altura del buje) en el sitio de instalación;
- $I_{ref}$  Intensidad de la turbulencia (razón entre la desviación típica de la velocidad y la velocidad promedio, referida a 15 m/s y a la altura del buje del rotor)
- $V_{ave}$  Velocidad promedio anual a la altura del buje del rotor (m/s)
- $V_{e50}$  Velocidad extrema en 50 años – Racha máxima estimada a la altura del buje del rotor con duración de 3 seg y recurrencia de 50 años, (m/s)33
- $V_{e1}$  Velocidad extrema en 1 año – Racha máxima estimada a la altura del buje del rotor con duración de 3 seg y recurrencia de 1 año, (m/s)

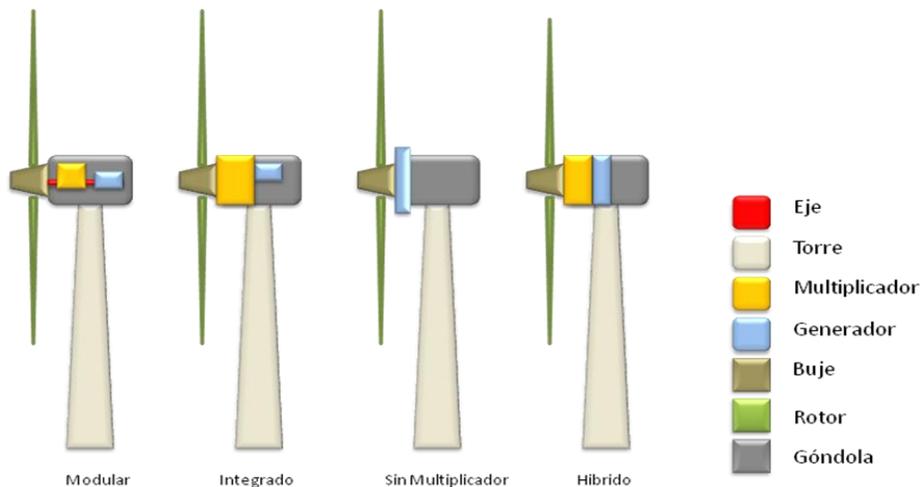
Como indica la Norma IEC 61400-1, las clases de aerogeneradores cubren la mayoría de las aplicaciones, y los valores de los parámetros... se emplean para representar valores característicos de... emplazamientos diferentes, sin caracterizar ninguno específico.

Las condiciones externas especiales definidas para las clases I, II y III no están pensadas para cubrir las instalaciones marinas (“offshore”) ni las condiciones de viento experimentadas en tormentas tropicales como huracanes, ciclones y tifones. ...pueden requerir un diseño de aerogeneradores de Clase S.

La norma prevé consideraciones específicas para definir los parámetros críticos de diseño de un aerogenerador para distintos casos de carga. Establece además los requisitos de seguridad para cada sistema que integra un aerogenerador.

Ver en Ref. 10: Un interesante análisis sobre los nuevos enfoques de la IEC 61400-1 Edición 3 (2005) respecto a su Edición 2 (1999), sus implicaciones en las condiciones de carga a considerar y en la interpretación de sus resultados.

## Esquema No.2 Conceptos de Tren de Potencia que coexisten en el Mercado



**Fuente:** Energiewerkstatt. MSc. Program Renewable Energy in Central and Eastern Europe. Technical Systems. Hans Winkelmeier 2008. Adaptación de Ing. Guillermo Leiva V.

### Cuadro No. 3

#### Descripción de los Conceptos de Tren de Potencia que coexisten en el Mercado

	<p><b>Tren de potencia MODULAR o en TANDEM</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiplicador con alta relación de transmisión (mayor de 1:80 en máquinas multimegawatt, mediante 1 ó más etapas planetarias y 1 ó más paralelas).</li> <li>• Generador de alta velocidad (nominal 1500 rpm p/ 50 Hz; 1800 rpm p/ 60 Hz).</li> <li>• Transmisión de par motor a través de un largo eje lento al multiplicador y por él al eje rápido, y a través de un acoplamiento elástico al generador.</li> <li>• Parte de las cargas de empuje fluctuantes llegan al multiplicador.</li> <li>• Las restantes cargas se transmiten por el bastidor a la torre.</li> </ul>
	<p><b>Tren de Potencia Integrado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiplicador con alta relación de transmisión (mayor de 1:80 en máquinas multimegawatt, mediante 1 ó más etapas planetarias y 1 ó más paralelas).</li> <li>• Generador de alta velocidad (nominal 1500 rpm p/ 50 Hz; 1800 rpm p/ 60 Hz).</li> <li>• Transmisión de par motor del buje a un corto eje lento y de éste al multiplicador.</li> <li>• Acople directo entre multiplicador y generador.</li> <li>• Gran parte del empuje fluctuante se transmite al bastidor y por él a la torre, evitándose afectaciones al multiplicador.</li> </ul>
	<p><b>Tren de potencia Multiplicador</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generador eléctrico síncrono anular multipolos, de muy baja velocidad, con gran diámetro y peso. Muy pocas partes móviles.</li> <li>• Transmisión directa del par motor del buje al generador, sin usar multiplicador.</li> <li>• La mayor parte de las cargas de empuje se transmiten al bastidor, y por él a la torre, reduciendo efectos nocivos sobre los componentes mayores.</li> </ul>
	<p><b>Tren de Potencia Híbrido</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Multiplicador de mediana relación de transmisión (menor de 1:50 mediante 1 etapa planetaria y 1 ó 2 paralelas).</li> <li>• Transmisión de par motor del buje a un corto eje lento y por él al multiplicador, o por acoplamiento directo.</li> <li>• Generador anular multipolos de mediana velocidad; diámetro y peso medianos.</li> <li>• Acoplamiento directo o por eje corto entre multiplicador y generador.</li> <li>• Gran parte del empuje se transmite al bastidor y por él a la torre reduciendo la carga sobre el multiplicador y otros componentes principales.</li> </ul>

**Cuadro No. 4**  
**Comparación de masa total sobre torre (*top section mass o head mass*) para diferentes conceptos de tren de potencia**

Fabricante	Tren de Potencia	Potencia (MW)	Diámetro (m)	Masa sobre Torre (t)	Área del Rotor (m <sup>2</sup> )	Masa sobre torre vs. área de rotor (kg/m <sup>2</sup> )
VESTAS V80	Modular	2	80	106	5,020	21
VESTAS V100	Integrado	3	100	114	7,580	15
PROKON	Multibrid	5	116	290	10,600	27
ENERCON	Sin Multiplic.	4.5	112	500	9,800	51

Fuente: IG Windkraft -Austrian Wind Energy Association, Presentación 2008. Adaptación del Prof.Guillermo Leiva V.

### I.2.2 Tipos de turbinas eólicas que dominan el mercado actualmente:

- **Con generador asíncrono y velocidad de rotación fija.** Concepto danés y otros, que tienden a desaparecer.
- **Con generador síncrono y velocidad de rotación variable.** Predominan máquinas multimegawatt y algunos modelos de menor potencia con generador anular multipolos y accionamiento directo (sin multiplicador, de excitación externa o de imanes permanentes). Ej.: Enercon, Vensys, Goldwind, DirectWIND (EWT), IMPSA .
- Otros modelos con multiplicador. Ej.: Liberty (de Clipper), Multibrid y Winwind.
- **Con generador asíncrono doblemente alimentado y velocidad variable.** Extendido en máquinas multimegawatt con multiplicador de velocidad, aunque se aplica también en modelos de menor potencia. Ej.: Vestas, Gamesa, GE Wind, Siemens, Suzlon, Acciona, Fuhrländer, Sinovel

**Cuadro No. 5**  
**Turbina Eólica con generador asíncrono (Concepto Danés y otros)**

Item	Característica
Velocidad de rotación	Constante con rango de deslizamiento.
Conexión a red	Rígida, con baja elasticidad.
Excitación	Desde la red.
Regulación	Control de potencia con stall o pitch. Limitación de velocidad con pitch.
Ventajas	Diseño simple y económico. No requiere sincronización a la red.
Desventajas	Requiere potencia inductiva (reactiva). Picos de potencia de salida. Difícilmente compensa las fluctuaciones de velocidad del viento. La eficiencia de la potencia entregada no puede controlarse con regulación stall.

Fuente: Energiewerkstatt. MSc. Program Renewable Energy in Central and Eastern Europe. Technical Systems. Hans Winkelmeier 2008. Adaptación de Ing. Guillermo Leiva V.

**Cuadro No. 6**  
**Turbina eólica con generador síncrono y velocidad de rotación variable**

Item	Características
Velocidad de rotación	Variable, acoplamiento suave
Conexión a red	Suave, elasticidad debida al almacenamiento de energía causada por la inercia de la masa en el punto de aceleración o frenado del rotor.
Excitación	Auto excitado (de dinamo de excitación o imanes permanentes).
Regulación	Regulación de potencia con stall o pitch. Limitación de velocidad de rotación con pitch. Regulación de velocidad de rotación por control de salida del inversor.
Ventajas	Entrega pareja de potencia. Compensa fluctuaciones de velocidad del viento. Puede regularse la potencia de salida. Opera con $C_p$ óptimo por velocidad de rotación variable.
Desventajas	Diseño costoso Produce oscilaciones armónicas

Fuente: Energiewerkstatt. MSc. Program Renewable Energy in Central and Eastern Europe. Technical Systems. Hans Winkelmeier 2008. Adaptación de Ing. Guillermo Leiva V.

**Cuadro No. 7**  
**Turbina eólica con generador asincrónico doblemente alimentado y velocidad de rotación variable**

Item	Características
Velocidad de rotación	Variable, acoplamiento suave
Conexión a red	Suave, elasticidad debida al almacenamiento de energía causada por la inercia de la masa en el punto de aceleración o frenado del rotor.
Excitación	Desde la red
Regulación	Regulación de potencia con stall o pitch. Limitación de velocidad de rotación con pitch. Regulación de velocidad de rotación por control de salida del inversor.
Ventajas	Entrega pareja de potencia. Compensa fluctuaciones de velocidad del viento. Puede regularse la potencia de salida. Opera con Cp óptimo por velocidad de rotación variable.
Desventajas	Diseño costoso Produce oscilaciones armónicas Anillo de deslizamiento del generador puede crear perturbaciones

**Fuente:** Energiewerkstatt. MSc. Program Renewable Energy in Central and Eastern Europe. Technical Systems. Hans Winkelmeier 2008. Adaptación de Prof. Guillermo Leiva V.

### I.3 EVOLUCION DEL MERCADO Y LA INDUSTRIA EÓLICA EN EL MUNDO

De acuerdo con BTM Consult, “el sector de la energía eólica es la tecnología de generación de electricidad de más rápido crecimiento. El nivel de capacidad instalada ha crecido a una tasa promedio de 27,8% anual durante los últimos cinco años. Las razones que explican este crecimiento se presentan a continuación:

- El viento es una tecnología probada desarrollado y optimizado más de tres décadas.
- En comparación con la inversión en otros tipos de energía, la energía eólica crea más seguridad y más puestos de trabajo.
- El viento contribuye en la lucha del calentamiento global. Las emisiones totales de dióxido evitadas por la energía eólica en el año 2009 es de 228,7 millones de toneladas equivalente a 1,93% de las emisiones totales del mundo por generación de energía.
- No depende tanto de la situación política local como su principal conductor. Factores de mercado más tradicionales están influyendo en la competencia.
- La energía eólica compite en términos de costo de electricidad con el gas y la "nueva base de carbón" en un sitio normal, con viento bueno<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> <http://www.btm.dk/special+issues/others+issues/the+wind+power+sector/?s=42>

**Cuadro No. 8**  
**Tasas de Crecimiento del Mercado Mundial 2005-2010**

<b>Año</b>	<b>Capacidad Instalada MW</b>	<b>Crecimiento %</b>	<b>Acumulativo MW</b>	<b>Crecimiento %</b>
2005	11,542		59,399	
2006	15,016	30%	74,306	25%
2007	19791	32%	94,005	27%
2008	28,190	42%	122,158	30%
2009	38,103	35%	160,084	31%
2010	39,404	3%	199,520	25%
Crecimiento medio 5 años		27.80%		27.40%

Fuente: BTM Consult, marzo 2011

El cuadro No. 8 revela que sólo en 2009 la potencia instalada a nivel mundial creció en un 35%, y el promedio resultante en el período 2005 a 2010 fue de 27.80%, reafirmando a la Energía Eólica como uno de los segmentos más pujantes del mercado energético en general.

Según la misma fuente citada, el 2010 fue el año de instalación record a nivel mundial con 39,4 MW a pesar de la crisis económico-financiera. Más de 199 GW eólicos operaban en el 2010 en todo el mundo. Existe una fuerte presencia de tres suministradores de turbinas chinos en la lista de los 10 líderes (Ver Esquema No. 3), y en total 5 en la lista de los 15 líderes.

Algunos otros aspectos que influyen en el desarrollo del sector eólico a nivel mundial se listan a continuación:

- China, se destaca como el mercado número uno del mundo con 13,750 GW de nueva capacidad.
- El Offshore está en camino de elevar su contribución a la eólica en Europa.
- El valor del mercado crecerá de US\$ 75 mil millones en 2010 a US\$ 124 mil millones en 2014.
- En cuanto a la Tecnología: Se comercializan tres turbinas en la gama de 5 MW o más y las turbinas de accionamiento directo ahora alcanzan 14% de los suministros mundiales de potencia eólica.
- La capacidad instalada anualmente en el mundo se incrementó en 35%, los mayores crecimientos ocurrieron en China, Canadá, España y EEUU.

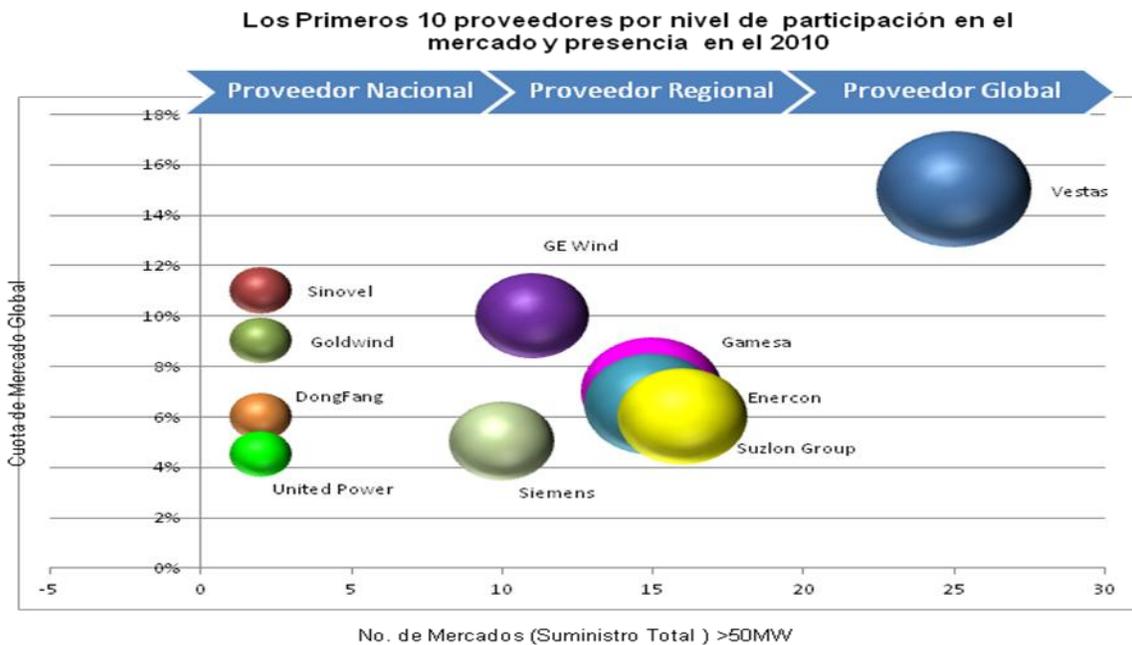
**Cuadro No. 9**  
**Capacidad Instalada Mundial en el 2009 y 2010**

	Capacidad Instalada 2009 MW	Acumulativo MW 2009	Capacidad Instalada MW 2010	Acumulativo MW 2010	% Capacidad Instalada MW 2010
Total América	11,433	40,351	6,639	46,990	16.80%
Total Europa	10,738	76,553	10,980	87,565	27.90%
Total Sur y este de Asia	14,991	37,147	21,130	58,277	53.60%
Total OECD pacifico	622	4,890	478	5,368	1.20%
Total África	318	1,014	98	1,112	0.20%
Total otros continentes y áreas	2	129	79	208	0.20%
Capacidad Instalada anual MW	38,103		39,404		
Acumulativo de Capacidad Instalada Mundial (MW)		160,084		199,520	

Fuente: BTM Consult, marzo 2011

Como se puede apreciar en el cuadro No.9 del total de la capacidad instalada mundial, en la participación de América tienen predominio Estados Unidos y Canadá, los restantes países de la región tenían instalados a fines del 2009 sólo algo más de **1250 MW ó 3.1% del total** es evidente que ningún país Latinoamericano alcanza aún niveles relevantes de aumento anual y capacidad instalada total.

**Esquema No. 3**



Fuente: BTM Consult, marzo 2011

#### I.4 La Energía Eólica y el Medio Ambiente:

De acuerdo con el sitio web de VESTAS (España)<sup>4</sup> *“La energía eólica está fácilmente disponible en el entorno, sobre todo porque es una fuente de energía sostenible, previsible y limpia. Los beneficios de la energía eólica superan con creces el impacto medioambiental derivado de la producción, transporte, instalación, mantenimiento y desmontaje final de los aerogeneradores”.*

*“Un análisis de las encuestas de opinión pública llevada a cabo en varios países de la Unión Europea, incluyendo España, Reino Unido, Dinamarca, Alemania y Suecia muestra mejoras sustanciales en favor del desarrollo de la energía eólica, especialmente en comparación con otras fuentes de energía a base de combustible. Las encuestas también muestran que la aprobación local se da una vez el parque eólico esta en operación. En algunos países, la participación directa del público en general en proyectos de energía eólica ha ayudado a fomentar la aceptación”<sup>5</sup>.*

No obstante que la energía eólica es una tecnología limpia, no está libre de crear impactos sobre el ambiente, existen varios estudios realizados por instituciones en América Latina y Europa donde se analizan los impactos de la energía eólica sobre el medio ambiente.

A continuación se presenta un cuadro comparativo con los principales resultados de dos estudios que hemos escogido sobre los impactos de la generación eólica en el medio ambiente, el primero, un estudio realizado por el Instituto Argentino de la Energía –IAE– que analizó los diferentes efectos ambientales que puede producir el aprovechamiento masivo de la energía eólica para la generación de electricidad.

Para la discusión de estos efectos, los autores de dicho estudio; Jaime A. Moragues y Alfredo T. Rapallini, hacen una diferenciación entre aspectos que afectan la percepción o el comportamiento humano y aquellos aspectos que afectan la ecología.

El segundo un informe elaborado por la European Wind Energy Association –EWEA–, relacionado con la Energía Eólica y el Medio Ambiente<sup>6</sup>, indica que dentro de los principales aspectos que se deben valorar para abordar el tema de la Energía Eólica y el Medio Ambiente están: el *“impacto visual, emisión de sonidos, las aves, construcción”* y uso del suelo.

A continuación se presenta un cuadro matriz con las conclusiones de los estudios realizados por EWEA y el IAE, así como algunas medidas de mitigación que presenta la Guía de Revisión Técnica de EIA, sobre generación y Transmisión de energía en América Central<sup>7</sup>:

---

<sup>4</sup> <http://www.vestas.com/es/es/vestas-en-españa/sostenibilidad/aerogeneradores-y-medio-ambiente.aspx>

<sup>5</sup> European Wind Energy Association –EWEA– “Wind Energy and the Environment”, Brussels Belgium. [www.ewea.org](http://www.ewea.org)

<sup>6</sup> European Wind Energy Association –EWEA– “Wind Energy and the Environment”, Brussels Belgium. [www.ewea.org](http://www.ewea.org)

<sup>7</sup> USAID, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo del SICA, CAFTA-DR, Agencia de los Estados Unidos para la protección ambiental, Guía de Revisión Técnica de EIA, Generación y Transmisión de Energía volumen I.

**Cuadro No. 10**  
**Impactos de la Energía Eólica en el Medio Ambiente y posibles opciones de Mitigación**

IMPACTO	Estudio EWEA	Estudio IAE	Medidas de Mitigación
Visual/ Estética	Los parques eólicos pueden generar juicios subjetivos para algunas personas por el impacto visual de los mismos sobre el paisaje natural.	La reacción a la vista de una granja eólica es altamente subjetiva. Muchas personas lo ven como un símbolo de bienvenida a una fuente limpia de energía y otras la ven como una adición no deseada al paisaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar el mismo color para las turbinas, reducen la complejidad visual y el contraste de colores.</li> <li>• Mantenimiento del sitio del proyecto. Los equipos que no funcionan y falta de limpieza crean una mala imagen del proyecto a los ojos del público.</li> <li>• Diseñar camuflajes de apariencia natural y de vegetación donde haga falta.</li> </ul>
Ruido	Los diseños modernos de turbinas eólicas han reducido considerablemente el nivel del ruido mecánico, el problema ahora es aerodinámico, por el ruido de las palas de giro (rotor). (A una distancia de 300 metros de un aerogenerador de 1 MW, se esperaría un nivel de ruido de 45 decibelios (dBA). Subjetivamente este nivel se puede considerar silencioso).	El sonido de las turbinas eólicas aumenta ligeramente con la velocidad del viento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubique todos los equipos estacionarios tan lejos como sea práctico de residencias cercanas y otros receptores sensibles.</li> <li>• Ubicar las instalaciones a modo de aprovechar la topografía natural como atenuador del ruido.</li> <li>• Seleccionar el equipo con menor nivel de potencia acústica.</li> <li>• Realizar monitoreo periódicos del ruido.</li> </ul>
Aves	Se han registrado casos de colisiones de aves con turbinas eólicas. Se estima que esto se ha debido principalmente por la ubicación inapropiada de las torres y la tecnología anticuada utilizada.	Los pájaros frecuentemente colisionan con las estructuras, especialmente líneas de alta tensión, postes, ventanas de edificios y vehículos en movimiento. El comportamiento de los pájaros y la tasa de mortalidad tienden a ser específica de las especies y de los sitios.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evite el uso de colores que atraen insectos, aves que comen insectos y murciélagos.</li> <li>• Evite colocar las turbinas según los patrones de migración de las aves.</li> <li>• Iluminación de los centros y la posible coloración de las puntas de las palas para mejorar la visibilidad</li> <li>• El uso de dispositivos ultrasónicos puede ser efectivo para alertar a las aves y murciélagos.</li> </ul>
Uso del Suelo	Una vez terminado el proyecto eólico, la actividad agrícola puede continuar hasta las bases de la turbina de un parque eólico en funcionamiento. Entre el 1-3% de un área de parque eólico es utilizada por las turbinas, por lo que hasta el 99% de la tierra está disponible para otros usos.	Las instalaciones eólicas solo usan en forma efectiva una pequeña porción del terreno (1 a 10 %); por ejemplo una central de 50 MW puede ocupar un área de 6,07 km <sup>2</sup> pero la superficie necesaria para instalar los equipos será de 0,7 a 0,75 km <sup>2</sup> , dejando el resto disponible y compatible con otros usos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al iniciar el proceso, contacte a las partes interesadas para identificar el uso de la tierra, problemas, planes locales y ordenanzas territoriales.</li> <li>• Evite la conversión de campos agrícolas o campos de importancia nacional</li> <li>• Compense a los agricultores o rancheros por pérdidas de cosechas, forraje, etc.</li> </ul>

#### I.4.1 Programa Socio-ambiental de la Empresa: GLOBELEQ MESOAMERICA ENERGY. Caso: proyecto eólico Cerro de Hula, Honduras.<sup>8</sup>

Generalidades de la Empresa:



**Energy** : Es una empresa que trabaja en el desarrollo y operación de proyectos renovables, fue creada por Mesoamerica Investments en el 2004 con la adquisición de Plantas Eólicas SRL en Costa Rica. En enero, 2010, [Globeleq Generation Limited](#), una empresa experimentada en la operación de proyectos de energía y el desarrollo de soluciones de energía para los mercados emergentes de África y las Américas, adquirió acciones mayoritarias de Globeleq Mesoamerica Energy. La Empresa cuenta con 23 MW eólicos en operación en Costa Rica desde 1996, 102 MW eólicos en operación en Honduras, Diciembre 2011, Inicio de construcción de 23MW de hidroeléctrica en Guatemala, Adjudicado 280 MW Eólico, 100 MW Solar en Sud África, ~300MW en desarrollo en diferentes estados de avance. Más de 140 profesionales en la región con experiencia en desarrollo, operación y mantenimiento.

La Empresa cuenta con un programa de responsabilidad social y ambiental para el desarrollo de sus proyectos, que principalmente se basa en los siguientes valores:

- **Responsabilidad Ambiental:**
  - Cumplir con toda la legislación, reglas y reglamentos gubernamentales.
  - Considerar la seguridad y protección del medioambiente natural.
  - Responder al impacto provocado por nuestro trabajo sobre el medio ambiente natural y consecuentemente evaluar y mejorar los esfuerzos para que nuestros proyectos y procesos se realicen en armonía con el medio ambiente.
- **Responsabilidad Social y Participación de la Comunidad:**
  - Contemplar los recursos presupuestarios necesarios para proyectos de desarrollo local.
  - Comprometerse a ser un buen vecino de la comunidad.
  - Mantener un diálogo constante y abierto con la comunidad y las partes interesadas.
- **Sostenibilidad:**
  - Establecer los objetivos ambientales a fin de reducir nuestro impacto ambiental y mejorar continuamente el uso eficiente de nuestros recursos.
  - Satisfacer las necesidades actuales de los actores, protegiendo el medio ambiente y los recursos naturales que se necesitarán en el futuro.

---

<sup>8</sup> La información y fotografías contenidas en esta sección tienen como fuente y son propiedad de GLOBELEQ Mesoamérica Energy. Agradecemos la contribución prestada a este estudio.

## Información de la Práctica de Responsabilidad Social Empresarial –RSE-:

- Objetivo de la práctica:  
Aplicar y cumplir con prácticas social y ambientalmente responsables para el éxito de las actividades que realiza la empresa en el entorno donde servimos.

Para el cumplimiento del objetivo anterior la empresa se basa en los siguientes valores éticos:

- Liderazgo con base en el ejemplo
  - Cumplir con la legislación nacional y normas internacionales
  - Mejora continua
  - Transparencia
  - Compromiso con la comunidad
  - Sostenibilidad
- 
- Descripción de la práctica:

### I. Comunicación y Relaciones Comunitarias.



## II. Creación de Empleo

- Lista compilada de los residentes locales interesados en el trabajo.
- Más de 280 empleos directos en mano de obra local durante la construcción- 50-75 puestos de trabajo indirectos estimados (vivienda, transporte, alimentos, las municipalidades, otros servicios)



## III. Relaciones con los propietarios de las tierras

- **Nuestra filosofía:**
  - Firmar acuerdos de arrendamiento, según los estándares industriales, con cada propietario o inquilino en condiciones de equidad y de financiamiento.
  - Establecimiento de relaciones con los inquilinos de las tierras y de los municipios.
- **En Honduras**, la gran mayoría de los inquilinos no son jurídicamente propietarios de la tierra - sólo poseen los derechos para usarla.
- Convenios con los municipios para acelerar la titulación de tierras
- Beneficios para cada inquilino: además de los pagos del arrendamiento, los títulos de tierras privadas dan la seguridad jurídica y valor agregado a sus tierras.
- Contratación de un profesional para la identificación de la tierra, documentación, verificación y proceso de titulación. Revisión de la documentación de la propiedad (títulos de propiedad, contratos de compra, registros, impuestos, etc)
- Los contratos de arrendamiento se firman entre el propietario y EEHSA, así como por el alcalde municipal, como testigo de honor.



#### IV. Programas de Estudio de Impacto Ambiental –EIA-

Los proyectos que desarrolla la empresa cumplen con rígidos Estudios Ambientales basados en normas internacionales, para lo cual se realizaron los siguientes estudios:

- Estudio de Impacto Ambiental, que incluyo la licencia y el desarrollo de medidas de mitigación.
- Basados en las Normas internacionales (IFC / Banco Mundial) se cumplió con:
  - Estudios de aves, murciélagos y evaluación de la fauna silvestre.

- Se cumplió con un año completo de evaluación.
- Se realizo una caracterización del sitio según las estaciones, el cual incluyo (identificación de especies, especies en peligro de extinción, las rutas de migración)
- Se realizara un monitoreo y análisis Post-construcción sobre la mortalidad.
- Se identifico un mínimo impacto en las aves y un riesgo pequeño de colisión en casi todas las especies de aves presentes.



- Estudio Forestal

- Inventario del 100% de los árboles ubicados en las zonas de las turbina y en el acceso al sitio.
- Plan de Reforestación, por lo general en coordinación con los Municipios
- Permisos otorgados por el Instituto Nacional de Conservación y Desarrollo Forestal de Honduras.
- 21,469 especies de árboles se están desarrollando
- Más de 40.000 árboles serán plantados.



- Estudio de Arqueología y patrimonio cultural

- Estudio del área del proyecto para la identificación de sitios o artefactos.
- Plan de piezas de valor cultural y procedimiento para el manejo de hallazgos casuales de las mismas.
- La mayoría de los sitios, no se encontraron piezas culturales.
- Se encontraron algunos artefactos arqueológicos, la mayoría ubicados en sitios utilizados para cultivos.
- Únicamente (2) sitios fueron identificados para su conservación.
- Durante la construcción del proyecto no se encontró ningún artefacto o piezas arqueológica o de valor cultural.



- Estudio de sonido
  - Identificación de los posibles receptores afectados por excesos de sonido
  - Aplicación de medidas de mitigación y mecanismos de atención de quejas.
  - Vigilancia continua posterior a la construcción y puesta en operación del proyecto.
- Estudio del movimiento de la sombra e interferencias de radio y otros estudios
- Cumplimiento de permisos municipales e institucionales
  - Corte de árboles y reforestación.





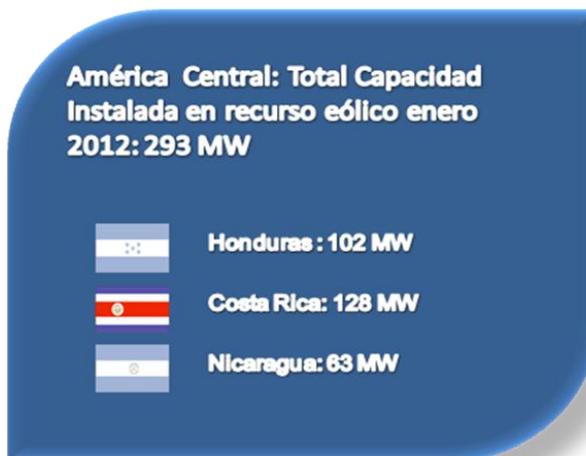
# CAPITULO II

## SITUACION EN AMERICA CENTRAL

---

## II. EXPERIENCIA EN AMERICA CENTRAL

En América Central, para el año 2010, la capacidad instalada de generación eléctrica en alcanzó 11,535 MW, compuesta por 4,468 MW de centrales hidroeléctricas, 6,170 MW de plantas térmicas y 897 MW de fuentes no convencionales (eólica, geotérmica, solar y biomasa). La demanda interna de electricidad alcanzó los 35,253 GWh. La Subregión importó 963 GWh de electricidad y exportó 467 GWh. El 52% de la energía eléctrica inyectada a las redes de alta y media tensión del servicio público corresponden a los aportes de las fuentes renovables de energía, por países las fuentes renovables de energía registraron la siguiente participación; Costa Rica 95.1 %, El Salvador (56,8%), Panamá (56,6%), Guatemala (53,2%), Honduras (45,5%), y Nicaragua (29,9%).



Según estimaciones del Consejo de Electrificación de América Central –CEAC-<sup>9</sup> sobre la demanda agregada del Mercado Eléctrico de América Central –MEAC- para el período 2010-2025, indica que la tasa prevista de crecimiento del conjunto de la energía en el mercado eléctrico regional es de 4.9% para el escenario medio y de 6.0% para el de alto crecimiento.

**Cuadro No. 11**  
**América Central: Población y Capacidad Instalada 2010**

País	Población (Millones Habitantes)	Capacidad Instalada Total MW	Capacidad Instalada Hidroeléctrica MW	Capacidad Instalada Geotérmica MW	Capacidad Instalada Térmica MW	Capacidad Instalada Eólica MW	% Participación Eólica
Costa Rica	4.60	2605.30	1553.20	165.70	766.80	119.60	4.59
El Salvador	6.20	1481.10	486.50	204.40	790.20	0.00	0.00
Guatemala	14.40	2474.50	884.70	49.20	1540.60	0.00	0.00
Honduras	7.60	1712.40	526.40	0.00	1084.00	102.00	5.96
Nicaragua	5.80	1060.10	105.30	87.50	804.30	63.00	5.94
Panamá	3.50	1974.00	934.70	0.00	1039.30	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>42.1</b>	<b>11307.40</b>	<b>4490.80</b>	<b>506.80</b>	<b>6025.20</b>	<b>284.60</b>	<b>2.52</b>

Fuente: Elaboración propia con datos de CEPAL 2010, el dato de Honduras para capacidad instalada de eólica corresponde al año 2011.

<sup>9</sup> Grupo de Trabajo de Planificación Indicativa Regional –GTPIR- Consejo de Electrificación de América Central –CEAC-, Plan Indicativo Regional de Expansión de la Generación, período 2011-2025, diciembre 2011. [www.ceaconline.org](http://www.ceaconline.org)

El Mercado eólico en América Central ha venido creciendo en los últimos 3 años. La experiencia en Costa Rica, como el primer país de la región en aprovechar el recurso eólico, sumada a la determinación de los gobiernos de Nicaragua, Honduras, Panamá, Guatemala y El Salvador, así como el potencial eólico existente en la región y la complementariedad entre el recurso eólico y la energía hidráulica, están facilitando el desarrollo de la energía del viento en el istmo como otra opción energética limpia y rentable que puede contribuir al cambio de la matriz energética y reducir la dependencia en los combustibles fósiles.

En cuanto a la potencia instalada del recurso eólico en la región, para el año 2011, Costa Rica poseía una potencia instalada de 128 MW, le sigue Nicaragua con una capacidad instalada de 63 MW, a estos dos países se les suma Honduras con una capacidad instalada de 102 MW.

**Cuadro No. 12**

América Central: capacidad de producción eólica (MW) 1998-2011														
PAIS	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004	2003	2002	2001	2000	1999	1998
Costa Rica	128	123	123	74	74	74	71	70	70	70	50	50	50	30
El Salvador	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Guatemala	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Honduras	102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nicaragua	63	63	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Panamá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>293</b>	<b>183</b>	<b>163</b>	<b>74</b>	<b>74</b>	<b>74</b>	<b>71</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>70</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>30</b>

Fuente: [www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)

Un estudio sobre el mapa de actividades del recurso eólico en América Central, realizado por el Laboratorio Nacional de Energía Renovable del Departamento de Energía de los Estados Unidos, como parte del proyecto Solar and Wind Energy Resource Assessment - SWERA- del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD- realizado en el año 2004, que incluyó alrededor de 400,000 Km<sup>2</sup>. En tierra firme y al sumarle las áreas en mar territorial alcanza los 500,000 Km<sup>2</sup>.

El estudio indicado concluye que: "...se estima que hay cerca de 12,969 Km<sup>2</sup> de áreas con un buen y hasta excelente potencial de recurso eólico, lo cual se muestra en el mapa eólico de América Central, estas áreas representan un 3,3% de las áreas con viento en la región. Tomando como supuesto (conservador) de 5 MW por Km<sup>2</sup>., esta zona de viento puede soportar casi 65.000 MW de potencial en capacidad instalada. Adicionalmente existe una zona de 5.713 Km<sup>2</sup> (1,5% de la región mapeada) donde se estima que potencial del viento es excelente, por lo que esta zona de viento puede aportar con más de 28.500 MW de capacidad. Si son consideradas aquellas zonas con un potencial moderado, se estima que la zona total de viento aumenta a más de 26.000 Km<sup>2</sup>, esta

región de viento representa el 6,7% de la región mapeada y podría ofrecer más de 130,000 MW de capacidad instalada”.

No obstante lo anterior, el estudio también indica que: “... se requieren de estudios adicionales para evaluar con precisión el potencial eléctrico del viento, teniendo en cuenta factores tales como el uso de la tierra, las exclusiones y la red de transporte existente, así como la accesibilidad a los sitios”.

**Cuadro No. 13**  
**América Central: Potencial Bruto de Electricidad producida por viento por país**

País	Clase 3 Km2	Clase 4 Km2	Clase 5 Km2	Clase 6 Km2	Clase 7 Km2	Potencial Bueno-Excelente MW	Potencial Moderado-Excelente MW	Bueno-Exce. % de tierra con viento	Mode-Exce % tierra con viento
<b>Belice</b>	497	234	6	0	0	1,200	3,685	1.1 %	3.3%
<b>El Salvador</b>	1,195	750	313	269	44	6,880	12,855	6.6%	12.4%
<b>Guatemala</b>	1,877	1,003	320	200	45	7,840	17,225	1.4%	3.1%
<b>Honduras</b>	2,880	1,211	485	355	121	10,860	25,260	1.9%	4.5%
<b>Nicaragua</b>	6,821	4,058	1,859	1,469	227	38,065	72,170	5.9%	11.2%
<b>TOTAL</b>	<b>13,270</b>	<b>7,256</b>	<b>2,983</b>	<b>2,293</b>	<b>437</b>	<b>64,845</b>	<b>131,195</b>	<b>3.3%</b>	<b>6.7%</b>

Fuente: Proyecto SWERA 2004.

## II.1 Costa Rica

A nivel de la subregión de América Central, Costa Rica ha sido pionera en la instalación de centrales eólicas.

El país posee una potencia instalada total de energía eólica en el año 2010 de 128MW los cuales son generados por 6 empresas, 5 privadas y 1 estatal (ICE). (Ver cuadro No. 10).

Adicionalmente, el plan de expansión de la generación, indica que para el futuro el país incorporará 299, 5 MW adicionales. (Ver cuadro No. 11)

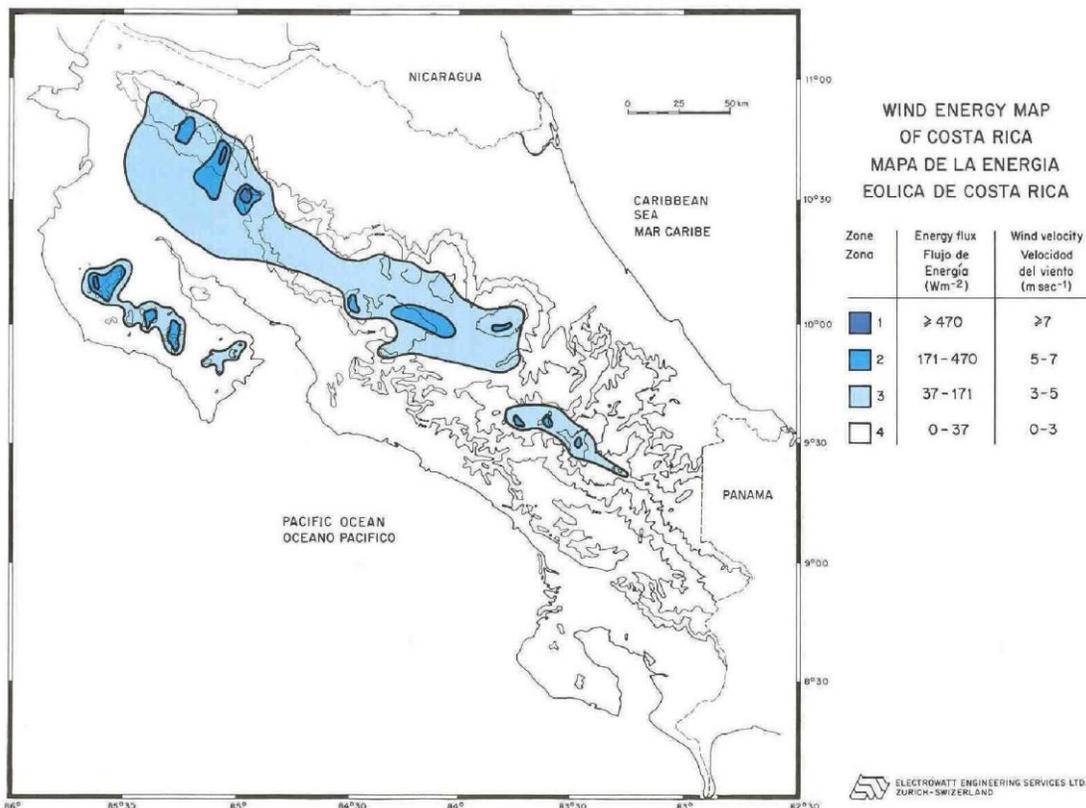


**Cuadro No. 14**  
**Costa Rica: Empresas Eléctricas Generadoras de Energía Eólica en Operación 2010**

Empresa Eléctrica	No. de Centrales	Potencia Instalada en (MW)
Tejona ICE (Pública)	1	20,0
Aeroenergía (Privada)	1	6,4
La Gloria (Privada) año 2009	1	50,0
Movasa (Privada)	1	20,0
Plantas Eólicas.S.A. (Privada)	1	20,0
Los Santos	1	12,5
<b>TOTAL</b>	<b>6</b>	<b>128.9</b>

Fuente: Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica.

**Figura No. II.1.1**  
**Costa Rica: Mapa del Potencial Eólico**



Fuente: Tomado de la Tesis de Benjamín Landreau con información del ICE, Plan de desarrollo de fuentes nuevas de generación renovables y no convencionales, período 2004 -2008, pág. 13

Plantas Eólicas, Sociedad de Responsabilidad Limitada (PESRL), Foto: [www.mesoamericaenergy.com](http://www.mesoamericaenergy.com)



### II.1.1 Costa Rica: Ficha Técnica de Turbinas Instaladas

	Datos Generales de la Turbina	Nombre de proyecto y Número de Turbinas
 Foto: Klaus Rockenbauer - Fuente: <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbina eólica : Vestas 47/660</li> <li>• Potencia : 660 kW</li> <li>• Diámetro : 47 m</li> </ul>	Tejona (30 Turbinas)  Año de puesta en operación: 2002
 Foto: Klaus Rockenbauer - Fuente: <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turbina eólica : Neg Micon 48/750</li> <li>• Potencia : 750 kW</li> <li>• Diámetro : 48 m</li> </ul>	Aeroenergía (9 Turbinas)  Año de puesta en operación: 1998  MOVASA (32 Turbinas)  Año de puesta en operación: 1997/09
 Autor : Romain Menetou, Fuente : Enel Erelis, <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a>	Turbina eólica : E44/900 Potencia : 900 kW Diámetro : 44 m	Parque Eólico Guanacaste (55 Turbinas)  Año de puesta en operación: 1996

 <p>Autor : Rémy Tremellat, Fuente : <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a></p>	<p>Turbina eólica : V52/850  Potencia : 850 kW  Diámetro : 52 m  Clase de viento : IEC I/II  Compatible offshore : no</p>	<p>Los Santos (15 Turbinas)  Año de puesta en operación: 2011</p>
--	---	---

**Cuadro No. 15  
Costa Rica: Proyectos Futuros**

Proyecto	MW	Empresa	Estado
Tejona II	20,0	ICE	
Valle Central	15,0	CNFL	Construcción
Los Leones	55,0	Coopeguanacaste	Estudio
El Quijote	70,0	ESPH	Estudio
Chiripa	49,0	ICE	Adjudicado
Montes de Oro	20,0	Privado	Estudio
Guayabo	20,0	Privado	Trámites
Mogote	20,0	Privado	Trámites
Volcán Arenal	11,0	ESPH y privado	Estudio
Cacao	11,0	Coopeguanacaste	Estudio
San Buenaventura	8,5	CNFL	Licitación
<b>Total</b>	<b>299,5</b>		

Fuente: Dirección Sectorial de Energía de Costa Rica.

## II.2 Honduras

Honduras se prepara actualmente para poner en operación el primer parque eólico en este país.

El 1 de octubre del 2008, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (“ENEE”) firmó con la empresa Energía Eólica de Honduras, S.A. (“EEHSA”), subsidiaria de Globeleq Mesoamerica Energy, el Contrato de Suministro de Energía (“PPA”) de 20 años



por los 102 MW a producir con el Proyecto Eólico Cerro de Hula (A enero del 2012 el más grande de América Central). La construcción de éste proyecto, ubicado a 24 Km. Al sur de Tegucigalpa, la capital del país, se inició a finales del 2010 y concluyó en septiembre del 2011, alcanzó una inversión de cerca de los US\$ 280 Millones de dólares de los Estados Unidos. Se planificó para que el inicio de la operación comercial se de a partir de enero 2012.

“En Agosto 2011, Cerro de Hula recibió la Carta de Aprobación del País emitida por SERNA, la Autoridad Nacional Designada según el Protocolo de Kyoto, y definiendo al parque como un Mecanismo de Desarrollo limpio, el proyecto se encuentra en proceso de validación y la empresa constructora considera que Cerro de Hula evitará la producción de 231,517 t of CO2 por año”<sup>10</sup>.



**Foto:** Parque eólico cerro de Hula, Honduras, fuente: [www.latribuna.hn](http://www.latribuna.hn) 26 de septiembre del 2011.

De acuerdo con el Plan de Expansión de la Generación 2008-2022 elaborado por la ENEE, el único proyecto considerado en dicho plan es el proyecto inaugurado en septiembre del 2011 (Proyecto Eólico Cerro de Hula”. Sin embargo es relevante mencionar que este proyecto ha permitido que la capacidad instalada en energías renovables del país pase de un 38% en el año 2010 a un 42% en el año 2011.

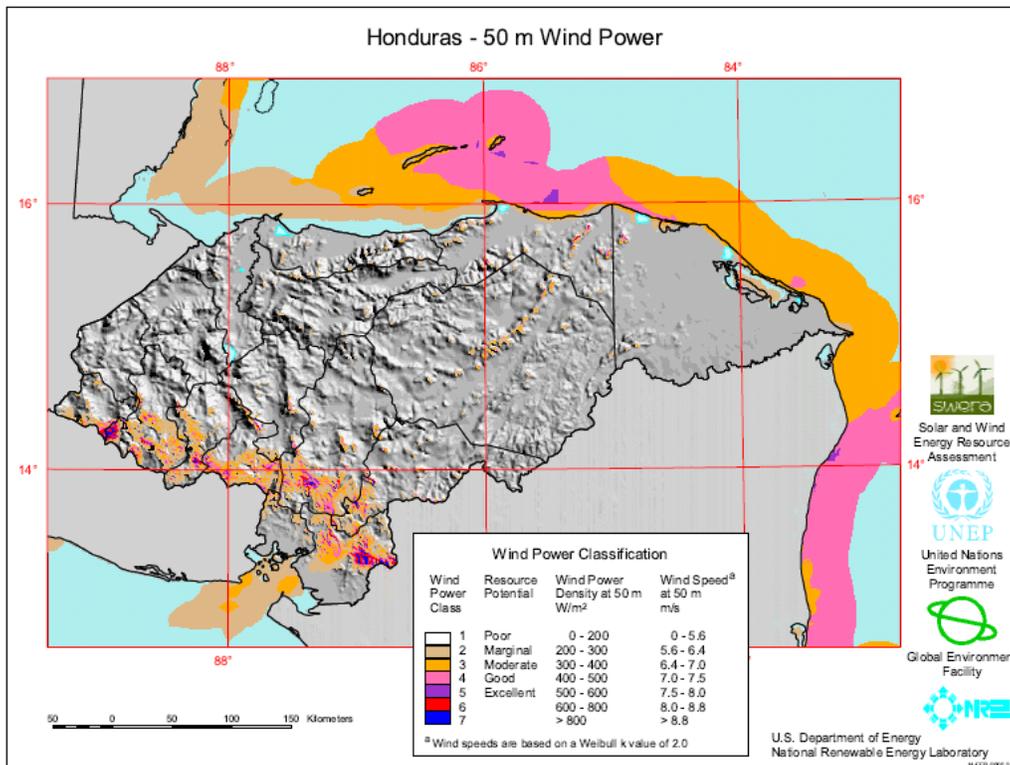
---

<sup>10</sup> Jay Gallegos, Globeleq Mesoamerica Energy, presentación en EXPOENERGIA 2012, San Pedro Sula, Honduras, febrero 2012.

**Figura No. II.2.1**  
**Honduras: Mapa de proyectos eólicos**



**Figura No. II.2.2**  
**Honduras: Mapa de potencial eólico**



## II.2.1 Honduras: Ficha Técnica de Turbinas Instaladas

 <p>Foto: Julien Lannou - Fuente: <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a></p>	Datos Generales de la Turbina	Nombre de proyecto y Número de Turbinas
<p>Turbina eólica : G87/2000          Potencia : 2000 kW          Diámetro : 87 m          Clase de viento : IEC IIa (DIBt 2)          Compatible offshore : si</p>	<p>Cerro de Hula (51 Turbinas)           Año de puesta en operación: 2011</p>	

## II.3 Nicaragua

De acuerdo con información del Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua, “El informe de resultado del Proyecto SWERA 2006 (Solar and Wind Energy Resource Assessment), el cual ha desarrollado mapas globales y preliminares del potencial eólico de Nicaragua, basados en modelos atmosféricos, con una resolución de 1000 m por píxel, dicho potencial fue estimado en aproximadamente 22,000 MW, si no existieran restricciones, sin embargo este potencial se reduce hasta 142 MW para áreas en las que el potencial eólico puede ser utilizable para electrificación y bombeo de agua”. Por otro lado, “Mediciones eólicas realizadas con estaciones en superficie en los dos últimos años, tanto por el sector público como por desarrolladores privados de Nicaragua, se ha identificado un potencial eólico de más de 200 MW”.



En general, se podrían instalar hasta 10 MW de capacidad de turbinas eólicas por kilómetro cuadrado, y por lo tanto, se estima que el potencial grueso es de 800 MW. Las áreas principales identificadas en el mapa (Ver figura 1.2.1) se ubican en las regiones aledañas a Estelí, El Crucero (al sur de la capital, Managua), Ometepe y el istmo de Rivas”.

**Cuadro No. 16**  
**Nicaragua: Empresas Eléctricas Generadoras de Energía Eólica en Operación 2010**

<b>Empresa Eléctrica</b>	<b>No. de Centrales</b>	<b>Potencia Instalada en (kW)</b>	<b>Generación Neta en (MWh)</b>
Consortio Amayo	1	63 000	160 296,4

*Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua.*

La primera fase del proyecto AMAYO propiedad del consorcio de inversionistas nicaragüenses Energía Eólica de Nicaragua S.A. (ENISA) y los consorcios Centrans Energy Services, INC, de Guatemala, y Arctas Capital Group L.P., de Houston, Texas, se ubica a 128 kilómetros al sur de la capital, en una zona de la provincia de Rivas que se caracteriza por tener vientos muy intensos.

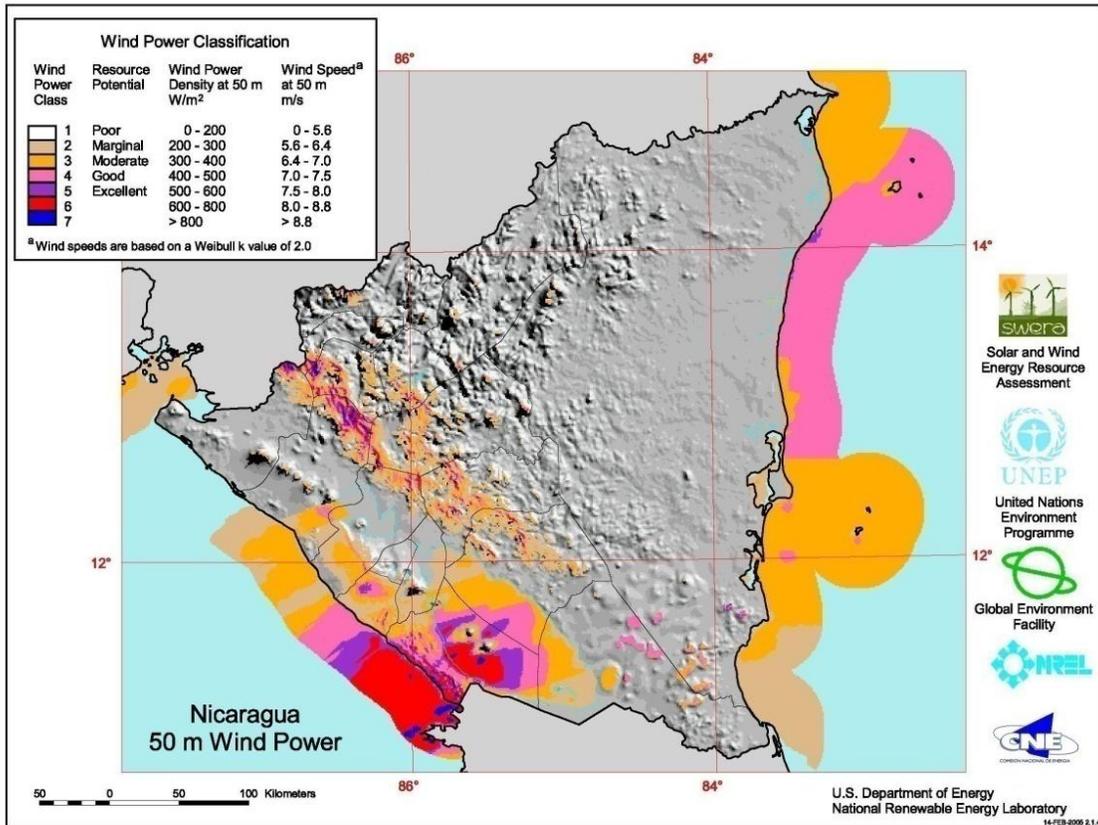


**Foto:** Proyecto AMAYO Fase I fuente: [www.mem.gob.ni](http://www.mem.gob.ni)

En la primera fase del proyecto se contempló la instalación de 19 turbinas Eólicas de 2.1 MW para un total de 40 MW de potencia eólica, entró en operación a principio del 2009 y la segunda Fase de 23 MW en abril del 2010.

Las turbinas son del tipo S88 suministradas e instaladas por la compañía internacional SUZLON Wind Energy S.A.

**FIGURA No. II.2.1**  
**Nicaragua: Mapa de potencia eólico.**



### II.2.1 Nicaragua: Ficha Técnica de Turbinas Instaladas

 Foto: Hydrofil - Fuente: <a href="http://www.thewindpower.net">www.thewindpower.net</a>	Datos Generales de la Turbina	Nombre de proyecto y Número de Turbinas
	Turbina eólica : S88/2100 Potencia : 2100 kW Diámetro : 88 m Clase de viento : IEC IIa Compatible offshore : no	AMAYO I (19 Turbinas)  Año de puesta en operación: 2010  AMAYO II (11 Turbinas)

**Cuadro No. 17**  
**Nicaragua: Proyectos Eólicos Futuros**

Proyecto	MW	Tecnología	Empresa	Estado
Parque Eólico La Fe, San Martín. Ubicado en la Provincia de Rivas.	39.6 MW	22 aerogeneradores Vestas modelos V90 de 1.8 MW c/u.	Blue Power S.A	En construcción se espera que entre en operación en julio 2012.
EOLO	37.5	-----	EOLO	Cuenta con Licencia de generación se espera que entre en operación en julio 2013.
Alba –Rivas	40	-----	-----	En trámite licencia de generación, se espera que entre en operación en septiembre 2014

Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua.

En cuanto a proyectos futuros, según proyecciones del Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua para el período 2011- 2014, se espera contar con una capacidad adicional de 117.10 MW y se estima que las inversiones alcanzarán los US\$ 325 millones de dólares de los Estados Unidos.

**Nicaragua: Proyectos Eólicos en Operación, Construcción y Probables.**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas de Nicaragua.

## II.4 Guatemala

En Guatemala no existen a la fecha centrales eléctricas a base de viento.

Sin embargo, el Ministerio de Energía y Minas de éste país inicio en el año 2006, un proyecto para la medición del viento en diferente sitios del territorio nacional, a la fecha ya se cuentan con resultados de esta medición, y estos corresponden a los sitios localizados en: Estanzuela, Zacapa; San Marcos, San Marcos; Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá; Alotenango, Sacatepéquez; Moyuta, Jutiapa, Chiquimulilla, Santa Rosa y Mataquesuintla, Jalapa; Jutiapa, Jutiapa; Quesada, Jutiapa; Morales, Izabal; Villa Canales, Guatemala, Nentón, Huehuetenango y Guanagazapa, Escuintla. (Ver cuadro No. 19)



Adicionalmente, el sector privado del país realiza mediciones en los siguiente sitios: En el Municipio de El Progreso, Departamento de Jutiapa, Comapa, Departamento de Jutiapa, La Concha, Villa Canales, Departamento de Guatemala, Monte María, Alotenango, Departamento de Sacatepéquez.

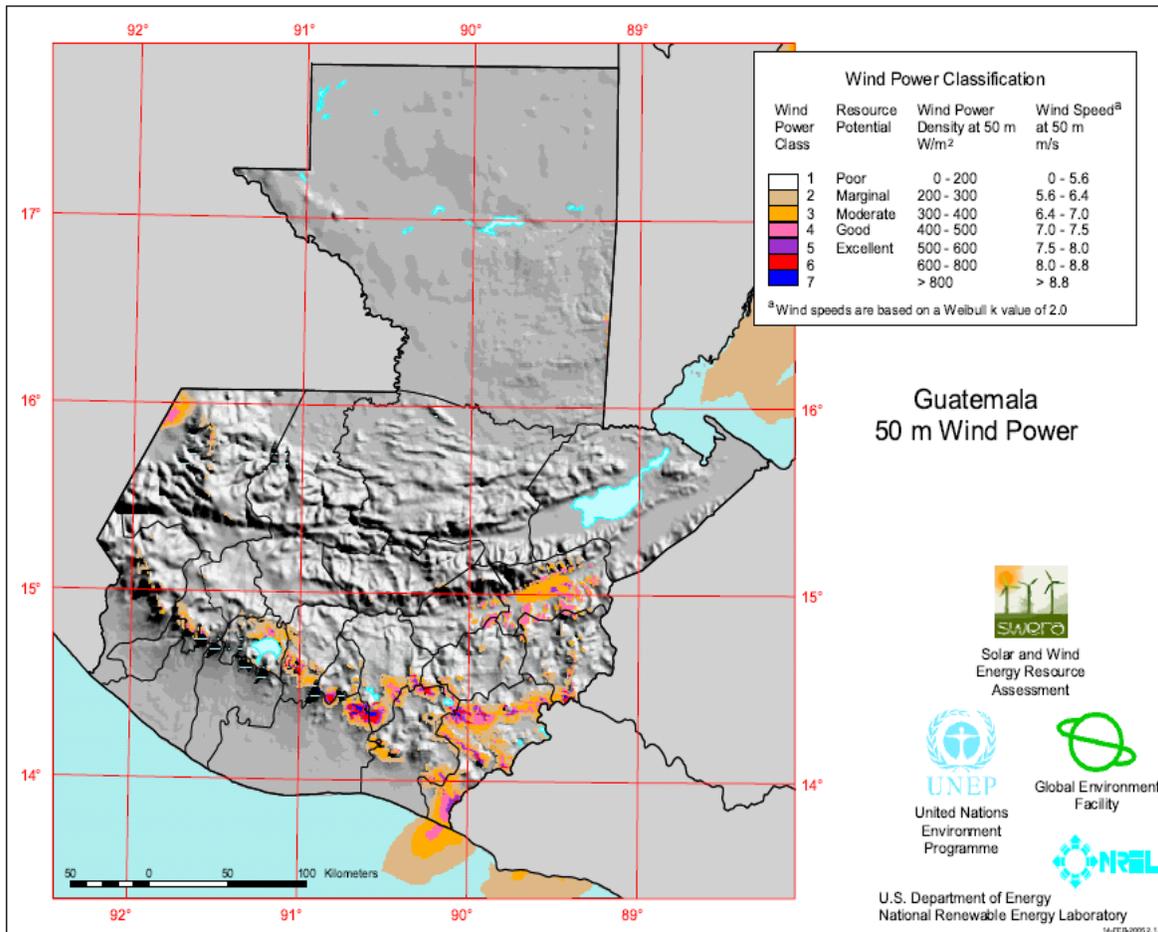
De acuerdo al estudio realizados por POYRY de Finlandia con apoyo de la Alianza en Energía y Ambiente, con una medición a 30 m/s en los sitios: Alotenango, Samororo y El Durazno y con una extrapolación de los datos a 60 y 80 metros de altura, se obtuvieron los datos en el cuadro siguiente:

**Cuadro No. 18**  
**Guatemala: Resultados de Estudios sobre potencia a Instalar.**

No.	Sitio del Proyecto	Departamento	Velocidades Promedio en m/s	Capacidad a Instalarse kW	Producción de Energía MWh/año	Factor de Capacidad %
1	Alotenango	Sacatepequez	6.6 y 6.9	4 turbinas Suzlon S88 de (2,100 kW) ó	5,247	28.5
				4 turbinas Vestas V52 (850 kW)	1,966	26.4
2	Samororo, Mataquesuintla	Jalapa	7.3 y 7.6	2 turbinas Suzlon S88 de (2,100 kW) ó	5,635	30.6
				2 turbinas Vestas V52 (850 kW)	2,088	28
3	El Durazno, Canton Valencia	Jutiapa	7.3 y 7.6	2 turbinas Suzlon S88 de (2,100 kW) ó	4,496	24.4
				2 turbinas Vestas V52 (850 kW)	1,573	21.4

Fuente: Ministerio de Energía y Minas.

**Figura II.4.2**  
**Guatemala: Mapa de Potencial Eólico**



**Cuadro No. 19**  
**Guatemala: Información de los sitios de Medición de Viento**

<b>Torre No.</b>	<b>Nombre</b>	<b>Inicio de medición</b>	<b>Fin de medición</b>	<b>msnm</b>
0001	Finca Matazano, Chispán, Estanzuela, Zacapa	12-Ene-06	28-Feb-08	197
0010	El Rodeo, San Marcos, San Marcos	14-Ene-06	31-Dic-08	3,340
0020	Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá	15-Ene-06	12-Feb-08	3,013
0030	Finca Candelaria, Alotenango, Sacatepéquez	16-Ene-06	13-Mar-08	1,091
0050	Samororo, Mataquescuintla, Jalapa	23-Oct-06	24-Feb-10	1,852
0060	Durazno, Jutiapa, Jutiapa	25-Oct-06	11-Nov-10	1,850
0070	Salamar, Moyuta, Jutiapa	28-Oct-06	15-Mar-09	32
0080	Guayabales, Chiquimulilla, Santa Rosa	11-Dic-07	22-Sep-09	769
0090	La Brea, Quesada, Jutiapa	13-Dic-07	10-ene-11	1,318
0100	Finca Bella Vista, Parcelamiento, San Gil Morales Izabal	23-Jul-08	En medición	599
0110	Finca la Concha, El Jocotillo, Villa Canales, Guatemala	10-Sep-08	En medición	1,126
0120	Aldea Chacaj, Nentón, Huehuetenango	16-Oct-08	26-abril-11	690
0130	Monte María, Alotenango, Sacatepéquez	10-Jun-09	En medición	791
0140	La Unión, Guanagazapa, Escuintla	24-Jun-10	En medición	429
0150	La Sábana, Villa Canales, Guatemala	03-mar-11	En medición	1,720
0160	San Antonio, Villa Canales, Guatemala	17-may-11	En medición	1,165

Fuente: Resumen de Mediciones de Viento, Dirección General de Energía, Ministerio de Energía y Minas.

**Cuadro No. 20**  
**Guatemala: Proyectos Eólicos Futuros<sup>11</sup>**

<b>Proyecto</b>	<b>MW</b>	<b>Entrada en Operación</b>	<b>Empresa</b>	<b>Estado</b>
EOL-01	51 MW	2015-2026	Eólico San Antonio El Sitio S.A.	Planta Candidata
Viento Blanco, San Vicente Pacaya	21 MW	-----	Viento Blanco S.A.	En estudio

Según información de Prensa Libre (14-05-12) el proyecto en San Antonio iniciará su construcción en enero del 2013 y finalizara en diciembre de ese año, el proyecto será de 16 torres de 80 metros de altura y 3 MW cada una (48 MW), se estima una inversión de US\$ 100 millones que incluye una subestación de 100 MV y una line de 9 Kms.

<sup>11</sup> Fuente: Plan Indicativo de Expansión de la Generación 2012-2026 y Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

## II.5 El Salvador

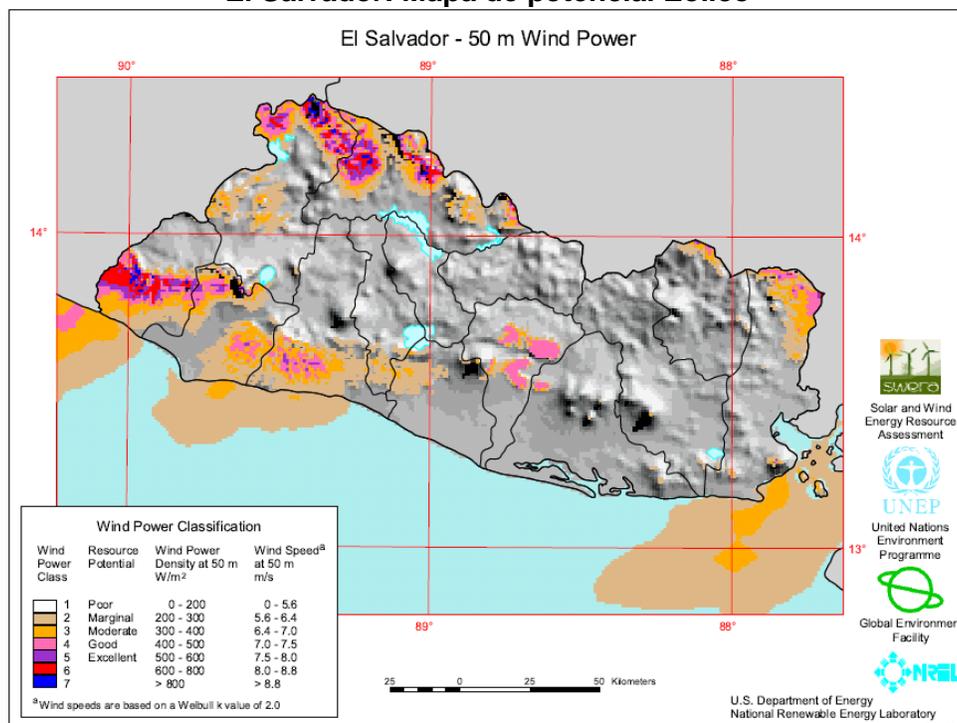
El país a la fecha de elaboración de éste informe aún no cuenta con centrales eléctricas eólicas en operación. Sin embargo, de acuerdo con información de la CEL (Comisión Ejecutiva Hidroeléctrica del Rio Lempa), se están realizando estudios de factibilidad para la instalación de parques eólicos en San Isidro y Metapán en el occidente de éste país, para lo cual se instaló dos torres de medición de 60 metros de altura, una en el Cerro La Buía (Metapán) y la otra en el Cerro Peña Blanca (San Julián), a cuya información se agregará la de las torres instaladas por CEL.



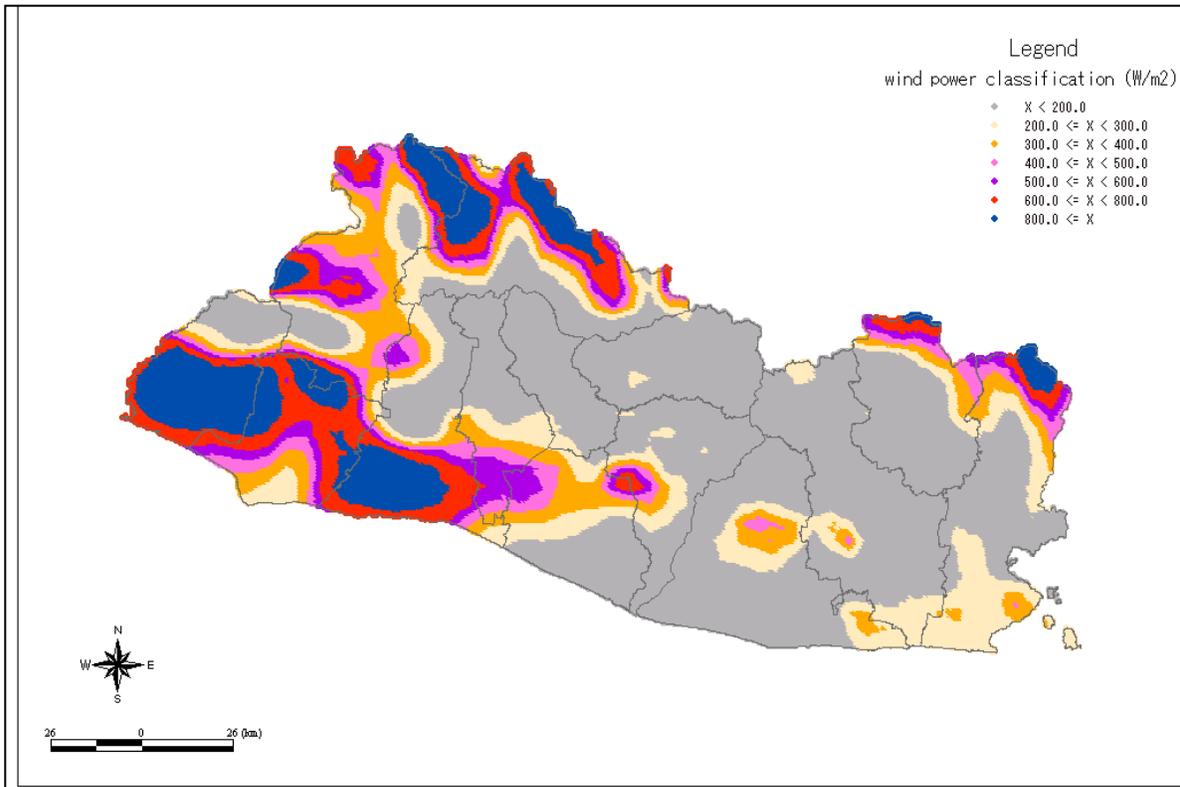
El Plan Indicativo de Expansión de la Generación de El Salvador 2012-2026, indica que uno de los lineamientos de la Política Energética es el fomento de los recursos naturales para generar energía eléctrica, en ese sentido, empresas estatales están evaluando proyectos no convencionales: eólicos, fotovoltaicos y termosolares, sin embargo, debe tenerse claro que algunos de ellos todavía tienen limitaciones tecnológicas y económicas, que únicamente permiten considerarlas en pequeña escala o para aplicaciones puntuales como podría ser la electrificación de comunidades rurales donde la extensión de la red de distribución no es justificable desde la óptima económica.

Actualmente, los proyectos identificados son: (i) Proyecto eólico en Metapán de 42 MW, (ii) Proyectos Fotovoltaicos de 5.25 MW, en centrales hidroeléctricas de Guajoyo y 15 de Septiembre (CEL ya inició el proceso de licitación) y (iii) La INE está realizando el estudio de pre factibilidad de un proyecto termosolar de 50 MW. El potencial total alcanza 97.25 MW.

**Figura No. II.5.1**  
**El Salvador: Mapa de potencial Eólico**



**Figura No. II.5.2**  
**El Salvador: Mapa de potencial Eólico**  
**(80m sobre nivel del suelo)**



**Fuente: Consejo Nacional de Energía –CNE- Proyecto JICA 2011.**

**Cuadro No. 21**  
**El Salvador: Proyectos Eólicos Futuros**

Proyecto	MW	Fecha estimada de ingreso
METAPAN.	42 MW	2016-2017 (proyecto en estudio de factibilidad sin concluir)

Fuente: Consejo Nacional de Energía de El Salvador.

## II.6 Panamá

El país, a la fecha no cuenta con centrales eléctricas a base de viento. Sin embargo es importante destacar que éste país cuenta con una Ley específica que establece los Incentivos para el fomento de la construcción y explotación de centrales eólicas destinadas a la prestación de servicio público de electricidad. (Ley 44 del 7 de abril de 2011), con lo cual se espera incentivar el aprovechamiento de este recurso.

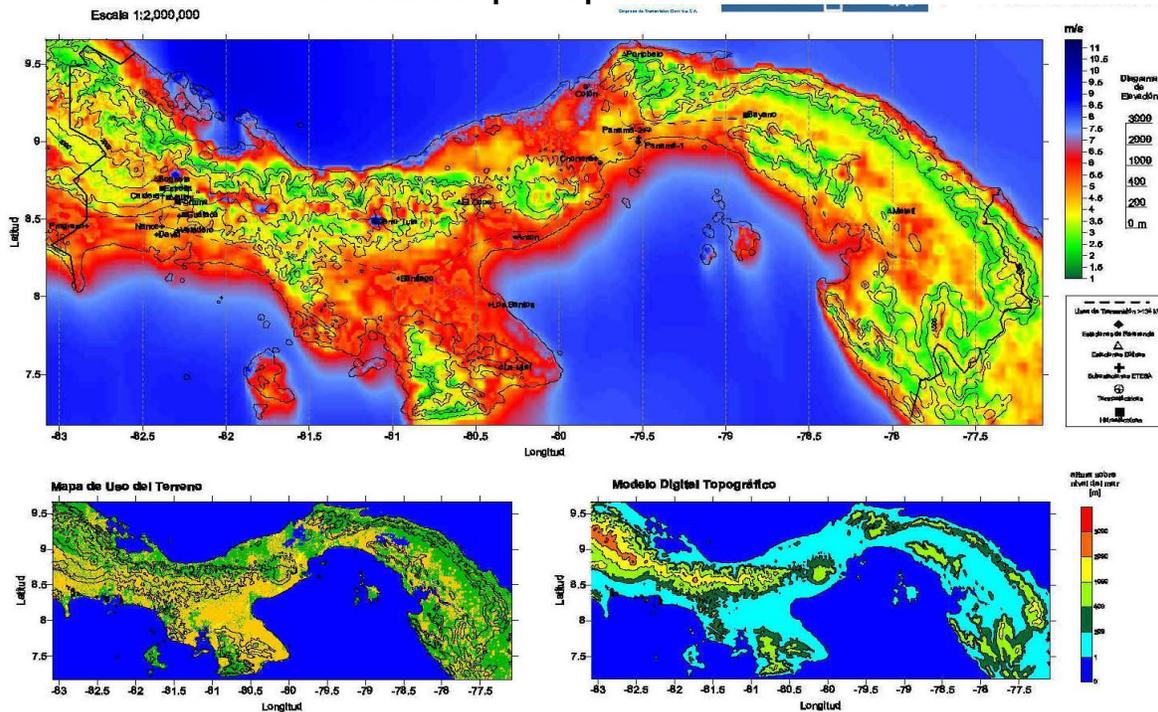


La Empresa de Transmisión Eléctrica Panameña ETESA, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, el Fondo para el Medio Ambiente Global –GEF- y la firma LAHMEYER INTERNATIONAL , realizaron en el año 2003, un estudio para la determinación del Potencial de la Energía Eólica en Panamá .

El objetivo general de dicho estudio fue contribuir a la eliminación de las barreras existentes (Financieras, Tecnológicas, Institucionales, Legales) para el desarrollo de la energía eólica en el país.

El estudio contemplo el levantamiento del mapa eólico nacional a partir de 6 estaciones de medición, concluyéndose que los sitios el Boquete, Tute, La Miel, presentaron resultados favorables. La proyección de la Secretaría Nacional de Energía de Panamá en esta materia, es la incorporación en el Sistema Interconectado Nacional del País, de 150 MW de Energía Eólica para el año 2013.

**Figura No.II.6.1**  
**Panamá: Mapa del potencial de viento**



Fuente: Tomado de una presentación del Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá, en el sitio Web de la Secretaría Nacional de Energía de Panamá ([www.energija.gob.pa](http://www.energija.gob.pa))

La Autoridad Nacional de los Servicios Públicos –ASEP- presenta en su sitio web, para el día 11 de enero de 2012, las licencias que se han otorgado para proyectos eólicos en este país y que se listan a continuación en el cuadro No. 21. (Mas detalles, ver el sitio web siguiente: <http://www.asep.gob.pa>)

**Cuadro No. 21**  
**Panamá: Licencias Otorgadas para proyectos eólicos**

Proyecto	MW	Empresa	Estado
Toabre	225	FERSA, Panamá S.A.	Construcción, inicia operación en octubre del 2012
Anton	105	FERSA, Panamá S.A.	Construcción, inicia operación en marzo del 2012
Nuevo Chagres	168.8	Unión Eólica Panameña S.A.	Diseño final, inician operaciones en marzo del 2013
Marañón	18		
Portobelo	48		
Boquete	100	Recursos Renovables de Panamá, S.A.	Solicitud de licencia vigentes
Hornitos	34.5	Energía y Servicios de Panamá, S.A. (ESEPSA)	
Santa Cruz	58	Innovent Central America, S.A.	
Cabuya	54	Innovent Central America, S.A.	
La Rosa de los vientos	194	Unión Eólica Panameña, S. A.	
El Potrero	54	Innovent Central América, S.A.	
La Candelaria	10	WDP Panamá S.A.	
Cerro Jefe	52	Innovent Central America, S.A.	
Cerro Azul	40.8	Unión Eólica Panameña, S.A.	
Escudero	50	Helium Energy Panama, S.A	
Viento Sur	150	Helium Energy Panama, S.A	
La Vikinga	81	San Fe Energy S.A.	
Tesoro	105	Helium Energy Panama, S.A.	

Fuente: ASEP Panamá, fecha de actualización 31 de Octubre de 2011

## II.7 Costos de Generación en América Central.

De acuerdo con el estudio realizado por el Proyecto Acelerando las Inversiones en Energía Renovable en Centroamérica y Panamá –ARECA-en el año 2009, con el apoyo del Banco Centroamericano de Integración Económica -BCIE- relacionado con el análisis del mercado centroamericano de energía renovable en Guatemala, Costa Rica, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá, hace un análisis individual para cada país de la subregión, “sobre los costos de generación para tecnologías eléctricas renovables, presenta las tendencias actuales de los costos de producción de energía para diferentes tecnologías “viables” para cada país. El análisis se enfoca en centrales de energía renovable en plantas de hasta 10 MW y para las tecnologías de generación con combustibles fósiles en escalas normales para cada tecnología. Los tipos de tecnologías detectadas como viables para la región centroamericana por su tamaño y aplicabilidad son: hidroelectricidad, geotérmica, eólica como tecnologías renovables; y turbinas de gas, ciclo combinado, motores de media velocidad y generación con carbón como tecnologías fósiles”. (más detalle sobre ésta información visitar el siguiente link: <http://www.proyectoareca.org/?cat=1015&title=Estudios&lang=es> )

**Cuadro No. 22**  
**América Central: rango de costos observados como tendencia de la generación eléctrica para las tecnologías consideradas**

Tecnología para Generación Eléctrica	Rango Simulado de Costos de Generación US\$/KWh) año 2009					
	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
<b>Turbina de Gas</b>	0,2210 - 0,2768	0,1651 - 0,2259	0,166 - 0,229	0,1676 - 0,2312	0,1747 - 0,2465	0,2263 - 0,2879
<b>Ciclo Combinado</b>	0,1594 - 0,1882	0,1652 - 0,1954	0,127 - 0,158	0,1684 - 0,1998	0,1773 - 0,2116	0,1659 - 0,1966
<b>Motor de Media Velocidad</b>	0,1135 - 0,1660	0,1210 - 0,1809	0,116 - 0,177	0,1244 - 0,1878	0,1339 - 0,2072	0,1215 - 0,1825
<b>Carbón</b>	0,0995 - 0,1381	0,1113 - 0,1559	0,114 - 0,198	0,1170 - 0,1640	0,1329 - 0,1877	0,1123 - 0,1570
<b>Geotermia</b>	0,0673 - 0,0838	0,0850 - 0,1059	0,083 - 0,104	0,0875 - 0,1097	0,1047 - 0,1285	0,0865 - 0,1082
<b>Hidroelectricidad</b>	0,0750 - 0,1475	0,0652 - 0,1256	0,067 - 0,129	0,0698 - 0,1365	0,0815 - 0,1616	0,0727 - 0,1434
<b>Eólica</b>	0,1546 - 0,2598	0,1329 - 0,2210	0,136 - 0,227	0,1425 - 0,2384	0,1660 - 0,2795	0,1500 - 0,2521
<b>Biomasa</b>	0,0441 - 0,1285	0,0431 - 0,1183	0,043 - 0,119	0,0437 -	0,0451 - 0,1376	0,0440 - 0,1265

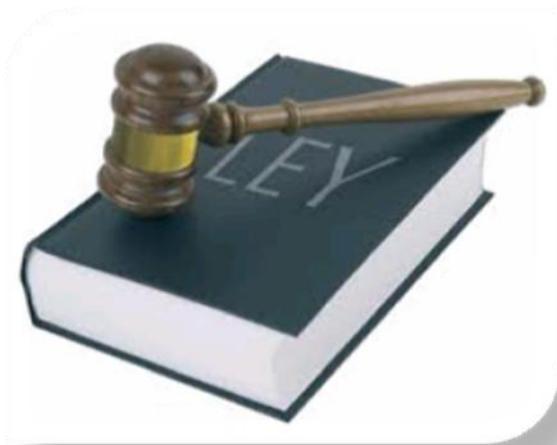
Fuente: proyecto ARECA-BCIE, más detalle de datos visitar: [www.proyectoareca.org](http://www.proyectoareca.org)

Por otro lado, algunos datos disponibles en el mercado internacional que se compararon con datos de la Agencia Internacional de Energía, se presentan en el cuadro No. 23, los costos para plantas mayores a 50 MW, para algunos de los tipos de tecnologías utilizadas en el estudio de ARECA, los datos reflejan que en el caso de América Central, en el caso del estudio de ARECA el rango de costos para la generación con energía eólica se encuentra entre 0.13 y 0.27 US\$/KWh, para plantas de 10 MW, en el caso de cifras internacionales los costos para plantas mayores a 50 MW se encuentran entre los 0.11 US\$/KWh y para plantas de más de 100 MW, los costos son de 0.08 US\$/KWh. Es importante tener presente que estos datos son estimaciones y pueden variar según el país donde se realice la inversión.

**Cuadro No. 23**  
**Costos estimados en el mercado internacional para la generación eléctrica con diferentes tecnologías año 2011**

<b>Tecnología para Generación Eléctrica</b>	<b>Costos de Generación US\$/KWh en plantas de 50 MW de Capacidad</b>	<b>Costos de Generación US\$/KWh en plantas de 100 MW de Capacidad</b>
<b>Turbina de Gas</b>	0.144	0.099
<b>Ciclo Combinado</b>	0.074	0.06
<b>Carbón</b>	0.11	0.085
<b>Geotermia</b>	0.116	0.092
<b>Hidroelectricidad</b>	0.121	0.0585
<b>Eólica</b>	0.115	0.0819

Fuente: elaboración propia con base a datos disponibles en el mercado internacional, comparados con cifras de AIE.



# CAPITULO III

## MARCO REGULATORIO Y POLITICAS

---

### III. MARCO REGULATORIO Y POLITICAS DE PROMOCION DE LA ENERGÍA EOLICA

#### III.1 Políticas Regionales:

##### III.1.1 *Matriz de Acciones para la Integración y el Desarrollo Energético Sostenible en Centroamérica.*

“La Matriz de Acciones para la Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica, es el resultado de un trabajo conjunto de las instituciones que conforman el Grupo Interinstitucional de Apoyo al proceso de Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica (SGSICA, SIECA, CEAC, CCHAC, CEPAL, INCAE, BCIE, BID y USAID), a los que en mayo de 2008, se unió OLADE, con la aprobación de los Ministros de Energía y los Directores de Energía y Directores de Hidrocarburos de los países centroamericanos. Este esfuerzo busca identificar las medidas y acciones que deberían ser tomadas en el corto plazo para fomentar la integración y el desarrollo energético de la Región”. (Más detalle, ver el siguiente enlace: [http://www.sica.int/ucesica/ucesica\\_breve.aspx?IdEnt=749](http://www.sica.int/ucesica/ucesica_breve.aspx?IdEnt=749)).

Dentro de las acciones que los países se han comprometido a impulsar en el marco de la Matriz y que tienen relación con la energía eólica, se encuentra: “La diversificación de la matriz energética y fuentes nuevas y renovables de energía”, que en su objetivo No. 10.5 contempla: “**Apoyar el desarrollo de estudios y proyectos eólicos y solares, particularmente en regiones distanciadas de las líneas de transmisión**”, a su vez éste objetivo incluye dos acciones importantes; **1) La Acción No. 10.5.1. Con la que se espera completar y actualizar los mapas del potencial eólico y solar de la región. 2) La Acción No. 10.5.2. Que establece la elaboración de una cartera de proyectos eólicos y solares.** Para el punto No. 1, los países definieron que la ejecución de esta actividad estaría a cargo de las Direcciones Generales de Energía, el Comité Regional de Recursos Hídricos de América Central –CRRH- y la Alianza en Energía y Ambiente con Centroamérica de la Secretaría General del Sistema de Integración Centroamericana – SG-SICA-.

##### **III.1.1.1 Avances en ésta Política:**

Para el año 2004, varios países de la región ya contaban con mapas eólicos, debido al apoyo que recibieron del Laboratorio Nacional de Energía Renovable –NREL- del Departamento de Energía de los Estados Unidos, que crearon los mapas eólicos para Belice, El Salvador, Guatemala, Honduras y Nicaragua, como parte del proyecto SWERA (Solar and Wind Energy Resources Assessment) que impulsó el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

El mapa tiene una resolución de 1 Km<sup>2</sup> y cubrió un área total de alrededor de 400,000 Km<sup>2</sup> en tierra firme y cerca de 500,000 Km<sup>2</sup> en el mar.

Aunque Costa Rica y Panamá, no entraron en el proyecto arriba indicado, ambos países cuentan con sus propios mapas donde se identifica el potencial eólico. (Ver mapas de cada país en el Capítulo II de éste documento).

### III.1.2 Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020.

La Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, es el resultado de la ejecución de la Matriz de Acciones para la Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica aprobada en Guatemala por los Ministros o responsables del sector energético, el 13 de noviembre de 2007 y ratificada por la XXXI Reunión Ordinaria de Jefes de Estado y de Gobierno del Sistema de Integración Centroamericana, SICA, el 12 de diciembre de 2007. (Más detalle, ver el siguiente enlace: [http://www.sica.int/ucesica/ucesica\\_breve.aspx?IdEnt=749](http://www.sica.int/ucesica/ucesica_breve.aspx?IdEnt=749)).

La Estrategia tiene como objetivo principal: *“Asegurar el abastecimiento energético de América Central, en calidad, cantidad y diversidad de fuentes, necesario para garantizar el desarrollo sostenible, teniendo en cuenta la equidad social, crecimiento económico, la gobernabilidad y compatibilidad con el ambiente, de acuerdo con los compromisos ambientales”* adquiridos por los países participantes en esta iniciativa.

Asimismo, *“establece metas en cinco grandes componentes que son: Acceso a la energía por parte de la población con menos recursos, uso racional y eficiencia energética, fuentes renovables de energía, biocombustibles para transporte y cambio climático”*.

A continuación se destacan los objetivos específicos de la Estrategia que tienen relación con la energía eólica:

- Reducir la dependencia energética de fuentes importadas, aumentando la oferta de fuentes renovables de energía. Para lo cual los países deberán desarrollar, entre otras, las siguientes actividades relacionadas; Remoción de barreras (legales, institucionales, económicas, financieras, técnicas, sociales y ambientales) para el desarrollo y uso que presentan las fuentes endógenas, fomento del consumo interno de biocombustibles, energía solar, eólica y promover políticas de precios para promover las energías renovables.
- Incorporar nuevas tecnologías y fuentes de energía menos contaminantes. Para lo cual los países deberán desarrollar entre otras, las siguientes actividades relacionadas; promover incentivos fiscales, eliminar barreras (legales, institucionales, económicas, financieras, técnicas, sociales y ambientales) y definir y armonizar normas regulatorias (medición de emisiones, calidad) entre otras.

La principal meta definida para alcanzar en el año 2020 relacionada con las energías renovables en el marco de la Estrategia es la siguiente.

- Aumentar en 11% de energía la participación en el mercado eléctrico regional de fuentes renovables en la producción de electricidad, dando prioridad a la hidroelectricidad.

### III.1.2.1 Avances en esta Política Regional:

Aunque la Estrategia Energética Sustentable Centroamericana 2020, prioriza a la hidroelectricidad en la meta para ese año, esto no limita a que sea solo con éste recurso el aumento de la participación de las renovables, por lo que otras energías renovables como la eólica, geotérmica y solar pueden jugar un papel importante.

En el caso de la energía eólica es importante destacar el aumento que ha venido presentando la participación de este recurso energético en la matriz energética de varios países, tal es el caso de Nicaragua que en el año 2008 inauguró su primer parque eólico Proyecto Eólico AMAYO, convirtiéndose en el segundo país que aprovecha este recurso en la región y que ha venido incrementando inversiones en el aprovechamiento eólico para generación de electricidad. Por su parte, Honduras pasa a ser el tercer país de la región que contará con plantas de energía eólica, al inaugurarse en el año 2011 su primer parque eólico Cerro de HULA.

En el caso de Panamá, Guatemala y El Salvador, registran proyectos eólicos en sus planes de expansión de la generación, así como en la fase de estudios y trámites de registro, con lo cual se espera que en los próximos años toda esta subregión esté produciendo energía eólica. (Ver Capítulo II de éste documento; Proyectos Futuros incluidos en los planes de expansión de la generación y proyectos en estudios y trámites)

De acuerdo con el informe de estadísticas del subsector eléctrico de CEPAL para el año 2009, *“la producción de energía a base de viento en América Central, tuvo un incremento del 119,7% en relación con el año 2008, lo anterior debido al ingreso de importantes instalaciones en Nicaragua y Costa Rica. El mismo informe de CEPAL para el año 2010, indica que la generación con viento en la región alcanzó una participación de 1,3%. Un total de 64,9% de la energía eléctrica inyectada a las redes de alta y media tensión del servicio público corresponde a los aportes de las fuentes renovables de energía (FRE)”*.

### III.1.3 Matriz de Políticas Nacionales de los países de América Central que promueven las Energías Renovables:

PAIS	Objetivo General de Política Energética relacionado con Energías Renovables	Acciones en Energías Renovables, según objetivo general.
<b>GUATEMALA</b> Política Energética 2008-2020 <sup>12</sup>	1. Contribuir al desarrollo energético sostenible en el país, asegurando el abastecimiento oportuno, continuo y de calidad, a precios competitivos de las fuentes energéticas.	1. Diversificar la Matriz Energética del País priorizando las energías renovables. (del 2008 al 2011 se han autorizado cerca de 500 MW en proyectos hidroeléctricos y 50MW en geotérmicos) 2. Promover el desarrollo sostenible y sustentable a partir de los recursos renovables y no renovables. (Para el 2014 se tendrán 850 Km. En líneas de 230 KV y 14 Subestaciones) (cuenta con la norma técnica de generación distribuida)
<b>EL SALVADOR</b> Política Energética Nacional 2010-2024 <sup>13</sup>	1. Reducir la dependencia energética del petróleo y sus productos derivados, fomentando las fuentes de energía renovables, la cultura de uso racional de la energía y la innovación tecnológica.	1. Da prioridad al desarrollo de proyectos de gran escala principalmente con recursos geotérmicos y de hidroelectricidad. 2. Los proyectos de gran escala de eólicos y solares se ven como alternativa de largo plazo para el período 2018-2024 3. Plantea la necesidad de nuevas normativas para proyectos de generación con energía renovable.
<b>COSTA RICA</b> Estrategia Energética 2010-2014 <sup>14</sup>	1. Producir energía limpia en forma sostenible y amigable con el ambiente y la salud humana. 2. Reducir la dependencia del petróleo importado. 3. Sustituir los combustibles fósiles importados por energéticos nacionales: alcohol, biodiesel, energía hidroeléctrica, geotérmica, biomasa, eólica y solar.	1. El ICE dará prioridad a la construcción de grandes plantas de generación renovable que incorporen al menos 1400 MW de capacidad adicional en los próximos 10 años 2. Se establecerán los medios normativos para que otros actores, incluyendo el sector privado y las actuales empresas distribuidoras, puedan incrementar su participación en el desarrollo de nuevos proyectos de energía renovable, que incorporen al sistema al menos 600 MW de capacidad en los próximos 10 años.
<b>NICARAGUA</b> Decreto No. 13-2004, De establecimiento de la Política Energética Nacional, La Gaceta No. 45 del 4 de marzo de 2004 <sup>15</sup> .	1. El uso prioritario de las energías limpias renovables y los mecanismos para aprovecharlas al máximo. 2. A través de las fuentes renovables de energía promover la estabilidad de los costos de generación. 3. El establecimiento de incentivos a fin de diversificar el suministro, con una generación limpia y eficiente.	1. Fomentar la generación a pequeña escala y distribuida que sea competitiva. 2. impulsar el desarrollo de las Pequeñas Centrales Hidroeléctricas como fuente confiable de electrificación para usos productivos en las zonas rurales de Nicaragua
<b>HONDURAS</b> Plan Operativo Anual 2012 <sup>16</sup>	1. Coordinar la gestión y promoción de políticas y acciones orientadas a la explotación, investigación, manejo y control de la energía, desde la perspectiva del desarrollo económico, protección ambiental y seguridad de la población.,	1. Apoyar el cambio de la matriz energética mediante la agilización de autorizaciones de proyectos de energía renovable. 2. Facilitar normativas y procedimientos para el desarrollo de proyectos de energía renovable.
<b>PANAMA</b> Plan Estratégico Secretaría Nacional de Energía <sup>17</sup> .	1. Aumento de Generación Hidroeléctrica y de otras Fuentes Renovables a través de la promoción de la investigación y desarrollo de los recursos naturales con potencial, incluyendo ER y más limpias.	1. Promover alternativas e incentivos para el desarrollo de las energías renovables (Se elaboró un anteproyecto de Ley para la promoción de la energía eólica, actualmente en revisión, adicionalmente se realizan estudios para promover incentivos a las renovables)

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.mem.gob.gt>

<sup>13</sup> Fuente: <http://www.cne.gob.sv>

<sup>14</sup> Fuente: <http://www.dse.go.cr>

<sup>15</sup> Fuente: <http://www.mem.gob.ni>

<sup>16</sup> Fuente: <http://www.serna.gob.hn>

### III.1.4 Legislación específica aplicable a las Energías Renovables en los países de América Central

En América Central, la mayoría de los países han emitido leyes específicas que promueven el desarrollo de proyectos de energía renovable. A continuación se citan las principales leyes que rigen actualmente el sector eléctrico, así como el objetivo general y los incentivos que otorgan la legislación específica para las Energías Renovables en cada uno de los países:

PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
Costa Rica	Ley No. 449: Ley de Creación del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), de Abril de 1949	Encomienda al ICE el desarrollo racional de las fuentes productoras de energía, en especial los recursos hidráulicos
	Ley No. 7200: Ley de Generación Autónoma o paralela, octubre 1990, reformada por la Ley No. 7508, de mayo de 1995 y su Reglamento Decreto No. 20346-MIRENEM de marzo de 1991	Establece los términos y condiciones en que participa el sector privado en la generación con recursos renovables.
	Ley No. 8345: Participación de las Cooperativas de Electrificación Rural y de las Empresas de Servicios Públicos Municipales en el Desarrollo Nacional, marzo 2003.	Declara de Interés Público la participación de cooperativas y empresas municipales en la generación de electricidad, y establece los términos bajo los cuales se puede dar esa participación.
PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
El Salvador	Ley General de Electricidad (Decreto Ley No. 843 del 10 de Octubre de 1996 y sus reformas (Decretos Legislativos No. 1216 del 11-abril-03 y Decreto Legislativo No. 405 del 30 -ago-07) y su Reglamento, Acuerdo Ejecutivo No. 70 del 20-jul-97 y sus reformas.	Ley Fundamental del sector eléctrico, norma las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad.
	Ley de Incentivos Fiscales para el Fomento de las Energías Renovables en la Generación de Electricidad, Decreto Legislativo No. 462, de diciembre del 2007.	Define los beneficios fiscales que se otorgan a quienes se dediquen al desarrollo de las energías renovables. (Para proyectos de hasta 20 MW, exención por 10 años a derechos arancelarios en la importación de maquinaria, equipos, materiales e insumos para las etapas de pre inversión e inversión. exoneración del pago del ISR por 10 años para proyectos de hasta 10 MW y de 5 años para proyectos entre 10 y 20 MW. Exoneración total de todo impuesto sobre ingresos provenientes de la venta de las Reducción Certificada de Emisiones (RCE) en el marco del (MDL)

<sup>17</sup> Fuente: <http://www.energia.gob.pa>

PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
Guatemala	Ley General de Electricidad (Decreto Ley No. 93-96) y su Reglamento Acuerdo Gubernativo No. 256-97 y sus reformas	Es la ley fundamental del subsector eléctrico del país, ordena la separación de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la electricidad. Es libre la instalación de centrales generadoras.
	Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable; Decreto 52-03 y Su Reglamento Decreto 211-2005	Promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto. (Exención de derechos arancelarios para importaciones, incluyendo el Impuesto al Valor Agregado -IVA- cargas y derechos consulares, el Impuesto sobre la Renta -ISR- y el Impuesto a Empresas Mercantiles y Agropecuarias -IEMA- por 10 años.
	Norma Técnica para la Conexión, Operación, Control y Comercialización de la Generación Distribuida Renovable - NTGDR- y Usuarios Autoproductores con Excedentes de Energía. Resolución CNEE No. 171-2008.	Establece las disposiciones generales que deben cumplir los generadores distribuidos renovables y los distribuidores para la conexión, operación, control y comercialización de energía eléctrica producida con fuentes renovables. Permite que centrales de generación con recursos renovables cuya potencia no exceda 5MW se conecten a instalaciones de distribución.
PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
Honduras	Ley Marco del Subsector Eléctrico, Decreto No. 158-94 de noviembre de 1994. Y su Reglamento, Acuerdo No. 934-97 de Septiembre de 1997 y Decreto No. 131-98, de mayo de 1998.	Reforma el sector eléctrico del país. Regula las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica. Su objetivo fundamental es facilitar la participación de los privados en las actividades de generación y distribución.
	Ley de Promoción a la Generación de Energía Eléctrica con Recursos Renovables, Decreto No. 70-2007, de Octubre del 2007.	Promover el desarrollo de proyectos con recursos renovables. (Las plantas de energía renovables recibirán de la ENEE un contrato por 10 años a una tarifa 10% mayor que el costo marginal de corto plazo. (para proyectos mayores a 50 MW el plazo sube a 15 años) Adicionalmente, los contratos de suministro tendrán una duración máxima de 20 años. Exoneración del Impuesto sobre la Renta y retenciones sobre los pagos de servicios u honorarios contratados.

PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
Nicaragua	Ley de la Industria Eléctrica, Ley No. 272 (Reformada por la Ley No. 682, del 8 de mayo del 2009)	Establecer el régimen legal sobre las actividades de la industria eléctrica, las cuales comprenden la generación, transmisión, distribución, comercialización, importación y exportación de la energía eléctrica.
	Ley de Estabilidad Energética Ley No. 554 (Reformada por primera vez por la Ley No 627 del 12 de julio del 2007) (Reformada por segunda vez por la Ley No. 682, del 8 de mayo del 2009)	Declara crisis energética en todo el territorio nacional y estará en vigencia mientras los precios internacionales del petróleo crudo WTI USGC, sobrepasen los cincuenta dólares el barril o, se mantenga por arriba del 50% el nivel de uso del petróleo para la generación de energía eléctrica en el país. Autoriza al Instituto Nicaragüense de Energía (INE) a realizar ajustes mensuales a las tarifas de energía eléctrica debido a variaciones en los costos de generación.
	Ley para la Promoción de Generación Eléctrica con Fuentes Renovables. Ley No. 532 del 27 de mayo de 2005	Promover el desarrollo de nuevos proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables y de proyectos que realicen ampliaciones a la capacidad instalada de generación con fuentes renovables y que se encuentren actualmente en operación. <b>Exoneración del pago de los Derechos Arancelarios de Importación (DAI) y exoneración del pago del Impuesto al Valor Agregado (IVA Exoneración del pago del Impuesto sobre la Renta (IR) por un período máximo de 7 años partir de la entrada de operación comercial o mercantil del Proyecto y Exoneración de todos los Impuestos Municipales vigentes</b> sobre bienes inmuebles, ventas, matrículas durante la construcción del Proyecto, por un período de 10 años a partir de la entrada en operación comercial del Proyecto. Es obligación de las distribuidoras incluir dentro de sus procesos de licitación la contratación de energía y/o potencia eléctrica proveniente de centrales eléctricas con energía renovable con plazo mínimo de 10 años.
	Decreto No. 6-2007: Política de Precios y Subsidios para el Subsector Eléctrico del 15 de Febrero del 2006	Establecer la Política de Precios y Subsidios para el Sector de Energía Eléctrica de Nicaragua, de forma que los precios se ajusten a la estructura de costos de suministro del servicio a los distintos usuarios y se facilite el acceso de la población de menores ingresos a tales servicios.

PAIS	LEY/NORMA	OBJETIVO/INCENTIVO
Panamá	Ley 6, de Febrero de 1995 y su Reglamento (Resolución 317, de octubre de 1995)	Autoriza el otorgamiento de concesiones para la generación a entes privados.
	Ley 6, de Febrero de 1997 y su Reglamento Decreto Ejecutivo No. 22 de junio de 1998 y sus reformas, Decreto Ley 10 de febrero de 1998, Ley 57 de octubre de 2009.	Establece los lineamientos generales para la venta de acciones de las empresas de generación y distribución del Estado. Abre el espacio para la realización de transacciones de mercado no regulados entre agentes de mercado. A esta ley se le asignó el mismo número 6 que la Ley de 1997, citada anteriormente. Las centrales de cualquier fuente renovable de hasta 10 MW no estarán sujetas a ningún cargo por distribución ni transmisión. Las centrales de fuente renovable de hasta 20 MW gozarán del mismo beneficio por los primeros 10 MW de capacidad instalada. Por otra parte, se estableció además una preferencia de un 5% en el precio evaluado, a los proyectos que utilicen fuentes renovables de energía, en cada uno de los concursos o licitaciones en los que participen.
	Ley 44, Incentivos para el fomento de la construcción y explotación de centrales eólica destinadas a la prestación de servicio público de electricidad, 7 de abril del 2011.	La energía total que podrá ser contratada como resultado de actos de concurrencia exclusivos para centrales eólicas no podrá ser superior al 5% de consumo anual de energía. ETESA establecerá la capacidad máxima de generación eólica que puede conectarse al Sistema Interconectado Nacional. En incentivos fiscales se gozará de exoneración de impuestos y aranceles para la importación de maquinaria y equipo.
	Ley 45, de agosto de 2004	Establece el régimen de incentivos para el fomento de sistemas de generación hidroeléctrica y de otras fuentes nuevas, renovables y limpias.

En cuanto a Incentivos para promover los proyectos de energía renovable, se puede decir que todos los países de la subregión establecieron la exención de derechos arancelarios para las importaciones de maquinarias y equipos durante las etapas de pre-inversión e inversión. Países como El Salvador y Nicaragua incluyen también exoneración para líneas de sub-transmisión.

Asimismo es asociada la exención del Impuesto del Valor Agregado (IVA), excepto en El Salvador y Costa Rica. Otra exoneración considerada es la exención del Impuesto sobre la Renta (ISR) a partir de la entrada en operación comercial, sin incluir Costa Rica y Panamá. Ambas exenciones son por períodos de 10 años. Los impuestos del ingreso proveniente de las ventas de las Reducciones Certificadas de Emisiones del Mecanismo de Desarrollo Limpio están exentos en El Salvador y Nicaragua. En el caso de Panamá, se establece también un incentivo de hasta el 25% de la inversión directa, asociado a la reducción de toneladas de emisión de dióxido de carbono, el cual podrá ser aplicado al Impuesto sobre la Renta durante los primeros 10 años después del inicio de operación.

En el cuadro siguiente se presentan los Incentivos que han definido los países de la región para promover los proyectos de energía renovable.

### América Central: Incentivos aplicables al desarrollo de proyectos de energía renovables

INCENTIVO	COSTA RICA	EL SALVADOR	GUATEMALA	HONDURAS	NICARAGUA	PANAMA
Exención de derechos arancelarios para las importaciones						
Exención del IVA						
Exención de ISR						
Exención impuestos CERs – MDL						
Contratación de un % de energía renovable en licitaciones						
Cargo por transmisión y distribución exento (primeros 10 MW)						
Precio superior ER comparado a otras tecnologías						

#### NOTAS:

	Incluye líneas de sub-transmisión necesarias para transportar la energía hasta las redes de transmisión o distribución.
	Exoneración por 10 años para proyectos hasta 10 MW, entre 10 y 20 MW es por cinco años.
	Exoneración por 10 años.
	Incentivo de hasta el 25% de la inversión directa, asociado a la reducción de toneladas de emisión de dióxido de carbono, el cual podrá ser aplicado al Impuesto Sobre la Renta durante los primeros 10 años después de inicio de operación.

Fuente: Proyecto ARECA, Análisis y comparación de las normativas técnicas que aplican a los proyectos de generación de energía eléctrica por fuentes renovables. [www.proyectoareca.org](http://www.proyectoareca.org)

## BIBLIOGRAFIA

1. LEIVA VIAMONTE, Guillermo, Material de clase del curso sobre Energía Eólica dictado en el Programa de Desarrollo Ejecutivo en Planificación Energética de OLADE, realizado en la Ciudad de Guatemala en el año 2010.
2. OLADE, Informe de Estadísticas Energéticas 2011, año base 2010, primera edición, octubre del 2011.
3. OLADE, Programa Regional de Energía Eólica de OLADE, Aproximación Inicial al Atlas Eólico de Latinoamérica y El Caribe: Área Centroamérica, julio 1981.
4. Comisión Nacional de Energía Eléctrica de Guatemala –CNEE-, Compendio de Normas Técnicas emitidas por la CNEE, Guatemala, marzo 2010.
5. BCIE, Proyecto Acelerando la Inversiones en Energía Renovable en Centroamérica y Panamá –ARECA- “Análisis del Mercado de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá de Energía Renovable”, Tegucigalpa, Honduras año 2009.
6. CEPAL, Sede Subregional en México, “Centroamérica: Estadísticas del Subsector Eléctrico” México, D.F. 20 de Octubre del 2011.
7. LAWEA, Latin America Wind Energy Association, “Anuario de Energía Eólica en Latinoamérica y El Caribe 2009-2010.
8. United States Department of Energy’s National Renewable Energy Laboratory (NREL), Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA) project for the United Nations Environment Programme, “Central America Wind Energy Resource Mapping Activity”.
9. BUN-CA, Manuales sobre Energía Renovable, “Eólica”, primera edición, septiembre del 2002, San José, Costa Rica.
10. Asociación Empresarial Eólica de España –AEE- y Deloitte, “Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España”, Madrid, España, Septiembre del 2011.
11. Expertos en EIA y Energía de los países de CAFTA-DR y EUA, con apoyo de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional –USAID-, Acuerdo de Libre Comercio entre Centroamérica, República Dominicana y Estados Unidos, Comisión Centroamericana de Ambiente y Desarrollo –CCAD- del Sistema de Integración Centroamericana –SICA- y la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, “*Guía de Revisión Técnica de EIA: Generación y Transmisión de Energía*” Volumen I”
12. Naciones Unidas, CEPAL con el apoyo de GTZ: “Fuentes Renovables de Energía en América Latina y El Caribe, Situación y Propuestas de Políticas”, 19 de mayo de 2004.
13. Banco Mundial, Departamento de Energía de América Latina y el Caribe y el Programa de asistencia para la gestión del sector energético (ESMAP).

## Sitios Web visitados:

### 1. Organizaciones, Instituciones, Empresas Privadas:

- [www.lawea.org](http://www.lawea.org)
- [www.ewea.org](http://www.ewea.org)
- [www.bcie.org](http://www.bcie.org)
- [www.bun-ca.org](http://www.bun-ca.org)
- [www.thewindpower.net](http://www.thewindpower.net)
- [www.btm.dk](http://www.btm.dk)
- [www.proyectoareca.org](http://www.proyectoareca.org)
- [www.GlobelegMesoamericanenergy.com](http://www.GlobelegMesoamericanenergy.com)
- [www.olade.org](http://www.olade.org)
- [www.eclac.cl/mexico/](http://www.eclac.cl/mexico/)

### 1. Guatemala:

- [www.mem.gob.gt](http://www.mem.gob.gt)
- [www.cnee.gob.gt](http://www.cnee.gob.gt)
- [www.inde.gob.gt](http://www.inde.gob.gt)
- [www.ager.org.gt](http://www.ager.org.gt)

### 2. Honduras:

- [www.serna.gob.hn](http://www.serna.gob.hn)
- [www.enee.gob.hn](http://www.enee.gob.hn)
- [www.ahpper.org](http://www.ahpper.org)

### 3. Nicaragua:

- [www.mem.gob.ni](http://www.mem.gob.ni)
- [www.ine.gob.ni](http://www.ine.gob.ni)
- [www.enatrel.gob.ni](http://www.enatrel.gob.ni)
- [www.cndc.gob.ni](http://www.cndc.gob.ni)

### 4. Costa Rica:

- [www.grupice.com](http://www.grupice.com)
- [www.dse.go.cr](http://www.dse.go.cr)
- [www.minaet.go.cr](http://www.minaet.go.cr)
- [www.aresep.go.cr](http://www.aresep.go.cr)

### 5. Panamá:

- [www.energia.gob.pa](http://www.energia.gob.pa)
- [www.asep.gob.pa](http://www.asep.gob.pa)
- [www.cnd.gob.pa](http://www.cnd.gob.pa)
- [www.etesa.com.pa](http://www.etesa.com.pa)