UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍAS

CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA

Proyecto de Tesis previo a la obtención del Título De Ingeniero Eléctrico con Mención en Sistemas de Potencia y Diseño de Maquinarias

TEMA:

ANÁLISIS REGULATORIO PARA LA FACTIBILIDAD DE IMPLEMENTACION DE PROYECTOS DE GENERACION DE ENERGIAS RENOVABLES EN EL ECUADOR

AUTORES:

ALEMAN BRAVO MARIA ISABEL
ALVARADO JARAMILLO DAVID EUGENIO

DIRECTOR:

ING. ORLY GUZMAN KURE

Guayaquil, Febrero 05 del 2010

DECLARATORIA

Nosotros como alumnos de la Universidad Politécnica Salesiana, María Isabel Alemán Bravo y David Eugenio Alvarado Jaramillo, declaramos que somos autores de esta tesis y que lo escrito y analizado es de nuestra autoría.

María Isabel Alemán Bravo

David Eugenio Alvarado Jaramillo

DEDICATÓRIA

A mi hijo Adriel, quien es mi vida y el motivo por superarme y luchar día a día

A mi madre, quien con su esfuerzo y valentía venció obstáculos y vicisitudes para sacarme adelante e inculcarme valores morales y espirituales.

A mis maestros, que a lo largo de estos cinco años me impartieron sus conocimientos.

A todas las personas que confiaron en mí, quienes me alentaron y creyeron en mi capacidad.

A las mujeres que a pesar de ser madres a temprana edad, no nos dejamos vencer y nos esforzamos por culminar los estudios.

María Isabel Alemán Bravo

PENSAMIENTO

La protección al Medio Ambiente,
debe ser la premisa principal,
para hacer que los proyectos de Ingeniería
sirvan a la Humanidad.

María Isabel Alemán Bravo y David Alvarado Jaramillo.

AGRADECIMIENTOS

Para la Honra y la Gloria de Dios por haberme dado la fuerza, la sabiduría y el valor para culminar mi carrera universitaria con bendición, atravesando y venciendo todas las barreras que a lo largo de estos 5 años se me han presentado.

Agradezco a mi madre por su esfuerzo y su dedicación por cuidarme y por darme la mejor educación y valores.

A mi precioso hijo Adrielito, quien con su sonrisa y alegría ilumina mi vida, siendo el motivo de mi superación.

Agradezco a mis queridos maestros por compartir sus conocimientos conmigo, por hacer de cada alumno un excelente profesional.

María Isabel Alemán Bravo

Agradezco única y exclusivamente a Dios que me dio la fortaleza, de manera especial al Ing. Alexis Cárdenas, por el apoyo incondicional brindado durante la ejecución del presente trabajo, por su tiempo valioso para la conclusión satisfactoria de este tema.

Agradezco también a mi director de tesis el Ing. Orli Guzmán que de una u otra forma ha colaborado desinteresadamente en el desarrollo de este proyecto de titulación. Además agradezco a todos mis compañeros y amigos sinceros de la U.P.S.

Quiero agradecer de manera especial a mi esposa Susan Alexandra, por su amor, respeto y compresión, gracias a su humildad supo guiarme a esta superación profesional. Por otra parte agradezco a mis padres David y Teresa quienes han sabido comprenderme y ayudarme desinteresadamente en todo lo que ha estado a su alcance.

David Alvarado Jaramillo

INDICE GENERAL

INDICE GENERAL…… v

INDICE DE FIGURAS…….. ix

INDICE DE TABLAS……. xi

ABREVIATURAS…….. xiii

GLOSARIO……. xvi

CAPITULO I……...…….. .. 1

CAPITULO II……..9

CAPITULO III……....43

CAPITULO IV..……. 49

CAPITULO I

SITUACIÓN ACTUAL DE LA GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES EN ZONAS RURALES Y URBANO MARGINALES DEL ECUADOR

1

1.1 INTRODUCCION…… 1

1.2 LA LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO……2

1.3 ORGANISMOS NACIONALES DEL SECTOR ELECTRICO……...3

1.3.1 CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CONELEC)……...3

1.3.1.1 MISION…… …….....4

1.3.1.2 VISION……4

1.3.2 CENTRO NACIONAL DE CONTROL Y ENERGIA (CENACE)…..5

1.3.1.1 MISION…….....5

1.3.1.2 VISION……5

1.3.3 MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIA RENOVABLE (MEER)……...6

1.3.3.1 MISION……...6

1.3.3.2 VISION……6

1.4 ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENSIONALES SEGÚN LEY DEL REGIMEN SECTOR ELECTRICO……...7

1.5 COMPETENCIA DE LOS ORGANISMOS DEL SECTOR PARA EL SERVICIO DE GENERACION……...……7

1.6 TITULO HABILITANTE ……8

1.7 PROCEDIMIENTOS PARA OTORGAMIENTOS DE PERMISOS……..8

CAPITULO II
DESCRIPCION TECNICA DE LOS SISTEMAS ACTUALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR 10

2.1 GENERACION EOLICA……10
2.1.1 PROYECTO EOLICO SAN CRISTOBAL……..26
2.1.2 PROYECTO EOLICO SANTA CRUZ BALTRA……...28
2.2 GENERACION SOLAR FOTOVOLTAICA……..30
2.2.1 PROYECTO FOTOVOLTAICO ISLA FLOREANA……..36
2.3 GENERACION ELECTRICA POR BIOMASA…….39
2.3.1 PROYECTO DE BIOCOMBUSTIBLE APARTIR DEL PIÑON…..40

CAPITULO III
MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN POR ENERGÍA RENOVABLE EN EL ECUADOR 44

3.1 REGULACION No. CONELEC-009/06…….44
3.1.1 OBJETIVOS Y ALCANCE ……44
3.1.2 DEFINICIONES DE LAS DISTINTAS CENTRALES DE ENERGIAS RENOVABLES…….....45
3.2 POTENCIA LIMITE……46
3.2.1 DESPACHO PREFERENTE……46
3.2.2 REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN……....47
3.3 PRECIOS DE LA ENERGIA……...47
3.3.1 VIGENCIA DE LOS PRECIOS……...48
3.3.2 PRECIOS DE LA ENERGIA A PARTIR DEL 2009……..49
3.3.3 SOBRE LOS SISTEMAS INCORPORADOS……49

CAPITULO IV
ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN NO CONVENSIONAL EN EL AREA RURAL DEL ECUADOR 50

COMUNIDAD RURAL TZENKEANKAS-MENDEZ

4.1 GENERACION A DIESEL…….. ……...53

4.1.1 DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO DIESEL……53

4.2 GENERACION EOLICA...……..55

4.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR EOLICO……..55

4.2.2 ESTIMACION DEL TAMAÑO DEL AEROGENERADOR…… 55

4.2.3 CALCULO DE COSTOS…….56

4.3 GENERACION FOTOVOLTAICA…….59

4.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS……59

4.4 ANALISIS FINANCIERO COMPARATIVO…….64

CONCLUSIONES……..65

RECOMENDACIONES……67

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1	ESTRUCTURA DEL SECTOR ELECTRICO……6
FIGURA 2.1.1	VELOCIDAD DEL VIENTO RESPECTO A LA ALTURA……..14
FIGURA 2.1.2	ALTURA Y RIGUROSIDAD DEL TERRENO……..……14
FIGURA 2.1.3	CLASE Y VELOCIDAD DEL VIENTO……..15
FIGURA 2.1.4	DISTRIBUCION DE WEIBULL……..17
FIGURA 2.1.5	COMPONENTES PRINCIPALES DE UN AEROGENERADOR……19
FIGURA 2.1.6	CURVA DE POTENCIA…….. …20
FIGURA 2.1.7	TENDENCIA POTENCIA NOMINAL……22
FIGURA 2.1.8	TENDENCIA COSTOS DE PRODUCCION……..22
FIGURA 2.1.9	FOTO GENERADORES ISLA SAN CRISTOBAL……27

FIGURA 2.2.1 MAPA DE INSOLACION DIRECTA PROMEDIA DEL ECUADOR CONTINETAL……..35

FIGURA 2.2.2 FOTOS PANELES SOLARES……...38

FIGURA 2.2.3 DEMANDA ENERGIA FLOREANA KWh/AÑO……38

FIGURA 2.2.4 FOTOS DE LA PLANTA EL PIÑON……..…41

FIGURA 4.1 GRAFICA DE ESTADISTICA DEL PATRON DE DEMANDA…….52

INDICE DE TABLAS

TABLA 2.1.1	UNIDADES PARA MEDIR LA VELOCIDAD DEL VIENTO……..11
TABLA 2.1.2	INFLUENCIA DE LA ALTITUD EN LA DENSIDAD DEL AIRE…….12
TABLA 2.1.3	INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA EN LA DENSIDAD DEL AIRE……13
TABLA 2.1.4	CLASES DE VIENTO……..…16
TABLA 2.1.5	SISTEMAS EOLICOS (MECANICO Y ELECTRICO)……18
TABLA 2.1.6	PROYECTOS EOLICOS EN EL ECUADOR……..25
TABLA 2.3.1	DISPONIBILIDAD DEL PIÑON…….42
TABLA 2.3.2	PROYECCION DE DEMANDA DE ACEITE DE PIÑON……42
TABLA 3.3.1	PRECIO DE LA ENERGIA……..47

TABLA 4.1 PATRON DE DEMANDA DE LA COMUNIDAD RURAL TZENKEANKAS-MENDEZ…….51

CAPÍTULO I
SITUACION ACTUAL DE LA GENERACION DE ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENSIONALES EN ZONAS RURALES Y URBANO MARGINALES DEL ECUADOR

1.1 INTRODUCCION.

La vulnerabilidad del SNI por la dependencia de la hidroelectricidad y con ello, las variaciones climáticas, la tendencia de la creciente producción térmica basada en combustibles fósiles importados, hecho que incrementa los costos de generación y el drenaje de divisas al exterior, la falta de capacidad de expansión de la producción energética lo cual, tiene todavía marginados a los sectores rurales y urbano marginales.

El área rural de la región amazónica ecuatoriana presenta un bajo índice de electrificación; solo un 60% de las viviendas tienen acceso a este servicio, debido a la dispersión en el área geográfica. Las empresas distribuidoras han priorizado su acción, hacia poblaciones cercanas de las líneas eléctricas existentes, sin que se haya abordado soluciones alternativas para la electrificación de las poblaciones alejadas.
Este escenario nos obliga a la realización de un vasto programa de implantación de las energías renovables, no solamente del punto de vista de factibilidad sino también desde el punto de vista de necesidad, porque constituye una solución de corto, medio, y largo plazos a los graves problemas energéticos y de desarrollo.

En el ecuador existe el fondo de electrificación rural y urbano marginal –FERUM- que tiene el propósito de proporcionar recursos económicos para desarrollar proyectos de electrificación rural siendo la base principal la generación por energías renovables no convencionales.

Además es importante conocer cuantas y cuáles son las generadoras de energías renovables no incorporadas que se encuentran instaladas, así como el área en la cual están operando e identificar si la calidad de servicio es

buena para tener un claro panorama actual de este tipo de generación en el país.

En la actualidad delegados de las distribuidoras eléctricas del sector se reunió con el CONELEC para conocer y analizar los programas FERUM 2009 Y 2010 aprobados por el organismo antes mencionado, los puntos básicos fueron optimizar los recursos económicos para la electrificación de las zonas rurales y urbano-marginales, establecido en la regulación CONELEC-008/08, enfatizando que la generación eléctrica para zonas rurales y urbano marginales debe ser no convencional, por los elevados costos que ocasionaría llevar líneas de distribución a una población con una baja densidad poblacional y de bajos recursos.

El CONELEC y EL FERUM han clasificado a los usuarios para las respectivas inversiones de electrificación ya sea por energía eólica o fotovoltaica detalladas en el siguiente cuadro.

Tipo de Usuario	USD
Tipo I USD/vivienda	3.200
Tipo II USD/vivienda	3.500
Centros: Comunales, Salud y Educación USD/centro	3.800
Bombeo de Agua USD/unidad	4.000

Tipo de vivienda I.- hasta 200 Wp

Tipo de vivienda II.- más de 200 Wp

Generación eólica por vivienda 1350USD

1.2 LA LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO

El 10 de octubre de 1996 en el suplemento del registro oficial No.43 se publico la ley de régimen del sector eléctrico (LRSE), la cual sustituye a la ley básica de electrificación. Mediante esta ley y sus reformas del: 2 de enero, 19 de febrero y 30 de septiembre de 1998, 13 de marzo y 18 de agosto de 2000, se establece, entre otros aspectos:

Que el suministro de energía eléctrica, es un servicio de utilidad pública de interés nacional; por tanto, es deber de Estado satisfacer directa o

indirectamente las necesidades de energía eléctrica del país, mediante el aprovechamiento optimo de los recursos naturales, de conformidad con el Plan Nacional de Electrificación.

El Estado es el titular inalienable de los recursos naturales que permiten la generación por tanto solo el Estado por intermedio del CONELEC puede concesionar o delegar a otros sectores de la economía la generación, transmisión y distribución y comercialización de la energía eléctrica.

Se observaran las disposiciones relativas a la protección del medio ambiente previo a la ejecución de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica cumpliendo con las normas existentes para la preservación del medio ambiente. Para ello deberá contarse con un estudio de impacto ambiental y determinar los efectos en etapas de construcción, operación y retiro y a la vez entregar planes de mitigación y/o recuperación de áreas afectadas y análisis de costos correspondientes. La ley de régimen del sector eléctrico faculta al **CONELEC** para toda aprobación de estudios de impacto ambiental y este a la vez verificara su cumplimiento.

EL artículo 73 y 75 de la LRSE indican que los sistemas eléctricos no incorporados podrán ser incorporados mediante concesiones o permisos otorgados por el CONELEC, tales proyectos de generación no convencional serán destinados a los sectores rurales y urbanos marginales.

1.3 ORGANISMOS NACIONALES DEL SECTOR ELECTRICO

La ex INECEL concluyo su vida jurídica el 31de marzo de 1999, durante su periodo de vida tenía bajo su cargo todas las actividades del sector eléctrico esto es regulaciones, planificación, aprobación de tarifas, construcción y operación y era accionista mayoritario de casi todas las empresas eléctricas.

Mediante decreto No. 773 del 14 de abril de 1999, se encargo al ministerio de energías y minas el proceso de cierre contable, quedando constituido al CONELEC como persona jurídica de derecho público y principal regulador,

normativo y controlador de la generación, transmisión, distribución y comercialización.

Según la LRSE el sector eléctrico ecuatoriano dio un giro a partir del 1 de octubre de 1996, al expedirse una nueva ley el sector eléctrico quedo estructurado de la siguiente manera, donde se detallaran la misión y la visión de cada uno de los organismos.

1.3.1 CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD (CONELEC)

Organismo regulador y principal creador del plan de electrificación.

La LRSE creó el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), como persona jurídica de derecho público con patrimonio propio, autonomía administrativa, económica, financiera y operativa. Esta institución inició sus actividades el 20 de noviembre de 1997, una vez promulgado el Reglamento General Sustitutivo de la LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO.

1.3.1.1 MISION

Impulsar el mejoramiento de los sistemas eléctricos; controlar y regular proyectos de generación, transmisión y distribución garantizando la continuidad del mismo, calidad y precios justos mediante la utilización óptima de los recursos y la tecnología adecuada

1.3.1.2 VISION

Posicionar en la mente humana de que el CONELEC es una institución de progreso y de mejoramiento económico para la población y el país, incrementando la calidad de energía eléctrica para todo el territorio ecuatoriano.

1.3.2 CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE ENERGIA (CENACE)

El CENACE fue creado en la Ley de Régimen de Sector Eléctrico publicada en el Registro Oficial, suplemento 43 del 10/oct/1996, y su estatuto aprobado mediante acuerdo ministerial 151 del 27/oct/1998; como una Corporación Civil de derecho privado, sin fines de lucro, cuyos miembros incluyen a todas las empresas de generación, transmisión, distribución y los grandes consumidores.

Sus funciones se relacionan con la coordinación de la operación del Sistema Nacional Interconectado (SNI) y la administración de las transacciones técnicas y financieras del Mercado Eléctrico Mayorista (MEM) del Ecuador, conforme a la normativa promulgada para el Sector Eléctrico (ley, reglamentos y procedimientos).

1.3.2.1 MISION

Ser un organismo líder en la administración de mercados eléctricos mayoristas integrados, que asegure la alta calidad y economía del suministro de electricidad propiciando el desarrollo socio-económico del país y de la región andina.

1.3.2.2 VISION

Bajo la gestión de un talento humano calificado, comprometido y teniendo la disponibilidad de los sistemas tecnológicos de información, el **CENACE** administra con seguridad, calidad y economía, tanto el funcionamiento el **SIN** como el aspecto comercial del **MEM** cumpliendo con la normativa para satisfacer a sus clientes.

1.3.3 MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGIAS RENOVABLE (MEER)

Mediante Decreto Ejecutivo No. 475, de 9 de julio del 2007, publicado en el Registro
Oficial No. 132, del 23 de julio de 2007, se separó el Ministerio de Energía y Minas en los Ministerios de Minas y Petróleos, y, Electricidad y Energía Renovable, esto reposa en la Constitución del actual gobierno del Presidente Rafael Correa.
Este organismo está encargado de fortalecer y transformar las instituciones estatales de energía y promover el uso eficiente y racional de la energía.

1.3.3.1 MISION

Servir a la sociedad ecuatoriana, mediante la formulación de la política nacional del sector eléctrico la gestión de proyectos. Promover la adecuada y exitosa gestión sectorial, sobre la base del conocimiento que aporta gente comprometida con la sostenibilidad energética del Estado.

1.3.3.2 VISION

Promocionar las tecnologías de energías renovales y eficiencia energética, así como potenciar estas tecnologías aprovechando las oportunidades que ofrecen los mecanismos de desarrollo limpio, beneficiando aéreas rurales y a sectores de baja densidad de población que no tienen acceso a la electricidad.

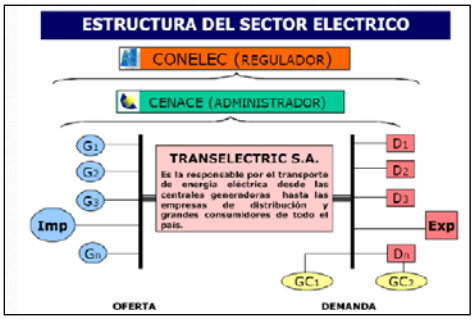

FIGURA1.1

Fuente:http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/956/6/T10719CAP1.pdf

1.4 ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENSIONALES SEGÚN LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO

Se consideran recursos energéticos no convencionales, aquellos provenientes del aprovechamiento de las energías: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica y las provenientes de pequeñas centrales hidroeléctricas.

1.5 COMPETENCIA DE LOS ORGANISMOS DEL SECTOR PARA EL SERVICIO GENERACION

El Estado es el titular de la propiedad inalienable de los recursos naturales que permiten la generación de energía eléctrica. Por tanto el Estado autoriza al **CONELEC** para que suscriba el contrato de concesión o delega a otros sectores de la economía la generación de energía eléctrica.

El CONELEC dictara las regulaciones a la cuales se deberán ajustar los Generadores, Transmisores, Distribuidores, el CENACE y Clientes del sector eléctrico,

En caso de comprobar irregularidades ya sea por incumplimiento del contrato de concesión, permisos y licencias y suspenda el servicio de forma injustificada ya sea de generación, transmisión y distribución, el CONELEC estará en la potestad por medio de terceros la utilización de los bienes y así asegurar la continuidad del servicio eléctrico.

Esta delegación será temporal hasta realizar un nuevo contrato de concesión con otro concesionario según lo demande esta Ley y sus reglamentos.

1.6 TITULO HABILITANTE

Existen tres tipos: La concesión, El permiso y La licencia.

- La concesión es la actividad de generación mayor de 50 MW,
- El servicio público de transmisión y distribución y comercialización serán realizadas por compañías anónimas autorizadas por el CONELEC por medio de un contrato de concesión;
- el permiso es para la construcción y operación de centrales de generación de 1 a 50 MW y serán otorgados por el CONELEC
- La licencia es el acto jurídico administrativo por el cual el Estado concede una autorización a una persona jurídica para que lleve a cabo prestación del servicio eléctrico ya sea ocasional o permanente y no correspondan a una concesión o permiso.

1.7 PROCEDIMIENTO PARA EL OTORGAMIENTO DE PERMISOS

Al referirnos a generación de energía renovable para zonas rurales, el CONELEC limita este tipo de generación hasta 10 MW, lo cual está amparado en un contrato de permiso otorgado por el CONELEC.

Todos los proyectos de generación con permisos otorgados por el CONELEC y que utilicen varias unidades de generación no podrán exceder de 50 MW **(art.54).**

La solicitud para obtención de permisos debe tener el mismo contenido de las concesiones específicas es decir, regirse al **artículo 35**, el contenido es el siguiente:

a) Solicitud dirigida al director ejecutivo del CONELEC con la identificación del solicitante, la existencia legal si es persona jurídica y los respectivos 200 dólares por MW.
b) Copia de la solicitud o autorización para uso de recursos naturales cuando sea necesario.

c) Certificación de solvencia económica por una entidad financiera que le permita al solicitante al menos iniciar los estudios de factibilidad del proyecto.
d) Memoria descriptiva del proyecto, tipo de central, ubicación, implantación general, forma de conexión al sistema nacional de transmisión o al sistema de distribución o es un sistema aislado.
e) Estudio de prefactibilidad y cronograma para los estudios.
f) El solicitante deberá entregar al CONELEC el estudio de Impacto Ambiental Preliminar (EIAP), el estudio contendrá todo lo estipulado en el **artículo 23** del reglamento ambiental, debe a la vez adjuntar una carta de compromiso que contendrá el EIAD (estudio de impacto ambiental definitivo) su alcance, cronograma y el respectivo PLAN DE MANEJO AMBIENTAL.

   Nota: junto al estudio de EIAP se debe ajuntar un certificado del MEER que constate que el proyecto no se desarrollará dentro del SISTEMA NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS, en caso de estarlo se aplicará el **artículo 41** del reglamento ambiental .

   Cumpliéndose lo anterior se podrá suscribir el contrato de permiso el cual contendrá.

   1. Objeto de contrato
   2. Plazo de duración.
   3. Obligaciones entre las partes
   4. Causales de terminación.
   5. Zona geográfica para el desarrollo del proyecto materia del permiso; y,
   6. Solución de controversias.

CAPITULO II
DESCRIPCION TECNICA DE LOS SISTEMAS ACTUALES DE GENERACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR

"Art. 76.- Definición.- Se consideran recursos energéticos renovables no convencionales, aquellos provenientes del aprovechamiento de las energías eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotérmica, y otras de similares características, y la proveniente de pequeñas centrales hidroeléctricas. **"**

"Art. 77.- Fomento.- El Estado fomentara el uso de los recursos energéticos renovables, no convencionales, a través de la asignación prioritaria de fondos del FERUM, por parte del CONELEC, quien introducirá estos elementos en el plan Maestro de Electrificación como un programa definido. **"**

El abuso de las energías convencionales actuales hoy día tales como el petróleo, la combustión de carbón entre otras acarrean consigo problemas de agravación progresiva como la contaminación, el aumento de los gases invernadero y la perforación de la capa de ozono.

2.1 ENERGÍA EÓLICA

Es la energía obtenida del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es transformada en otras formas útiles para las actividades humanas.

El término *eólico* viene del latín *Aeolicus*, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores, está relacionada con el movimiento de las masas de aire que se desplazan de áreas de alta presión

atmosférica hacia áreas adyacentes de baja presión, con velocidades proporcionales al gradiente de presión.

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde. Sin embargo, el principal inconveniente es su intermitencia.

La energía eólica depende de:

- Densidad
- Temperatura

δ (aire) = 1.225 Kg/m3 (condiciones normales)

La energía eólica es un Recurso muy variable:

- Velocidad
- Ubicación
- Altura
- Dirección
  - – Velocidad del viento y Clase de viento
  - – Perfil del viento: depende de altura y topografía

El viento es medido con:

- Anemómetro
- Veleta

Las Unidades utilizadas para medir la velocidad de viento:

DESIGNACIÓN	CONVERSIÓN
m/s	1
km/h	1 km/h = 0.278 m/s
mph	1 mph = 0.447 m/s

TABLA 2.1.1

***Fuente**: Revistas Empresas Públicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

POTENCIA DEL VIENTO

Densidad de Potencia:

• Potencia total de una corriente moviéndose en un área (A)

$$P/A = dV^3/2$$

$$P = 1/2\ dAV^3\ [W]$$

• La velocidad del viento (V) y el diámetro del rotor son los dos parámetros básicos para estimar la energía de un aerogenerador.

Límite de Betz: máximo valor teórico que se puede obtener del viento, para aprovechamiento energético.

LB = 16/27 (59.25%)

• Coeficiente de potencia (Cp) valor real < límite Betz

Cp = 0.4 a 0.5

P = Cp $1/2\ dAV^3$ [W]

Influencia de la altitud en la densidad del aire (temperatura y presión estándar)

Altitud (m)	Temperatura promedio (°C)	Presión prom. (mbar)	Densidad (kg/m3)	Contenido energia (%)
0	15	1013	1.225	100
1000	8.5	899	1.112	91
2000	2	795	1.006	82
3000	-4.5	701	0.909	74
4000	-11	616	0.819	67

TABLA 2.1.2

***Fuente**: Revistas Empresas Públicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

Influencia de la temperatura en la densidad del aire
(Nivel del mar, presión 1 ATM)

Temperatura (°C)	Densidad (kg/m³)	Contenido de energía (%)
-20	1.394	114
-10	1.341	109
0	1.292	105
10	1.247	102
15	**1.225**	**100**
20	1.204	98
30	1.164	95
40	1.127	92

10

TABLA 2.1.3

VELOCIDAD DEL VIENTO RESPECTO A ALTURA

• Los vientos locales están influenciados básicamente por las características de la superficie: rugosidad del terreno y presencia de obstáculos.

• Por el principio de continuidad, la velocidad del viento en la superficie es cero, y va creciendo con la altura hasta una altura en la cual la superficie no influyen en la velocidad del viento.

• Existen diferentes aproximaciones teóricas para describir el perfil de velocidades del viento. Una de las mas usadas esta en función de la altura para un determinado lugar:

$$V(z) = Vo\,(Z/Zo)a$$

• **Vo=** velocidad conocida para una elevación **Zo**.

• El coeficiente **a** es un exponente que depende principalmente de la rugosidad de la superficie, la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica (tablas con base en las características topográficas y usos del suelo).

***Fuente**: Revistas Empresas Publicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

VELOCIDAD DEL VIENTO RESPECTO A ALTURA

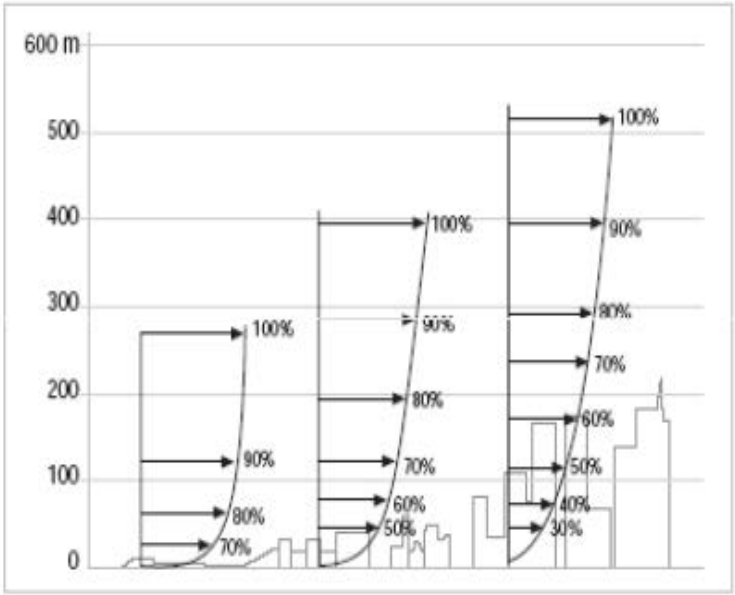

FIGURA 2.1.1

ALTURA Y RUGOSIDAD DEL TERRENO

CLASE	DESCRIPCIÓN DEL TERRENO	z_o [m]
1	Agua, un alcance de 5 km mínimo	0.0002
2	Planos de lodo, nieve, sin vegetación, sin obstáculos	0.005
3	Abiertos y planos, hierba, algunos obstáculos aislados	0.03
4	Cultivos bajos, obstáculos grandes ocasionales, x/h > 20	0.10
5	Cultivos altos, obstáculos muy dispersos, 15 < x/h < 20	0.25
6	Área de parques, arbustos, muchos obstáculos, x/h = 10	0.5
7	Cobertura regular de grandes obstáculos (suburbios, bosques)	1.0
8	Centro de la ciudad con construcciones altas y bajas	> 1.0

x = dimensión horizontal del obstáculo (largo/ancho)
h = altura del lo obstáculo

$$U_2 = U_1 \frac{\ln(h_2 / z_0)}{\ln(h_1 / z_0)}$$

FIGURA 2.1.2

***Fuente**: Revistas Empresas Públicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

CLASE Y VELOCIDAD DEL VIENTO

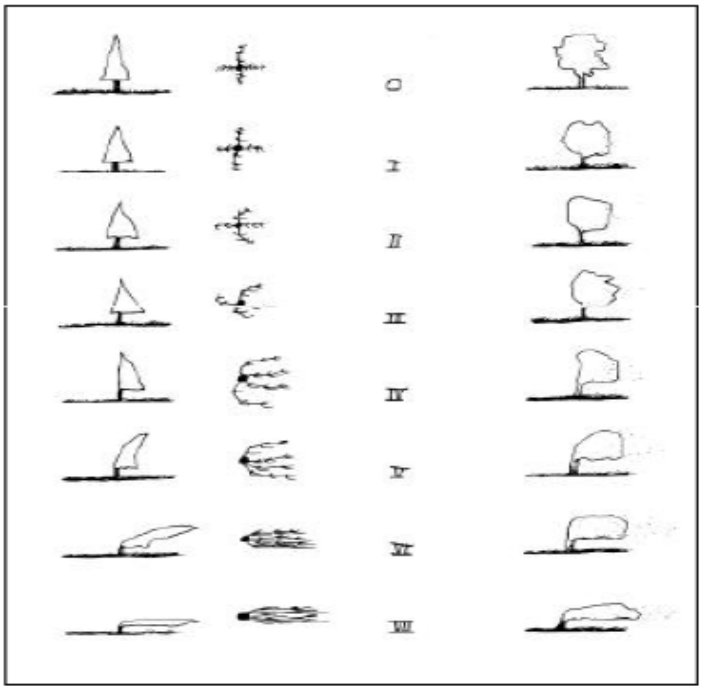

FIGURA 2.1.3

CLASES DE VIENTO

• Los aerogeneradores se diseñan para una cierta vida útil (horas de operación) en función de las condiciones de viento a las que estarán sometidos.

• Las clasificaciones de viento tienen en cuenta los esfuerzos, cargas y horas de operación que tendrán las turbinas,

• En general, la clasificación se basa en la velocidad promedio anual (mensual) y en los valores de las ráfagas de viento para cierto período de retorno.

• Una de las clasificaciones más usadas es la de Germanischer Lloyd, firma certificadora alemana

• Las diferencias principales entre los diseños para una u otra clase de viento se centran fundamentalmente en el diámetro del rotor (para vientos fuertes las palas muy largas son costosas debido a las mayores cargas)

• El diseño estructural de la torre también está influenciado por las cargas de los diferentes tipos de vientos.

***Fuente**: Revistas Empresas Publicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

CLASES DE VIENTO (SEGÚN GERMANISCHER LLOYD)

Criterio Diseño	Clase I	Clase II	Clase III	Clase IV
Velocidad promedio anual	Max. 10 m/s	Max. 8,5 m/s	Max. 7,5m/s	Max. 6m/s
Ráfaga (50 años retorno)	65 m/s	53 m/s	49 m/s	39 m/s

TABLA 2.1.4

CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO EÓLICO

• Recurso eólico fluctuante (velocidad y dirección)

• Estacionalidad del recurso

• Almacenamiento de viento

• Microclimas y climas locales

• Obstáculos

EVALUACIÓN RECURSO EÓLICO

• Evidencia de recurso eólico

– Inspección visual: efecto del recurso en el medio (inclinación árboles)

– Trabajos previos estaciones monitoreo (clima, aviación)

– Conocimiento local del recurso: entrevistas a “ancianos”: disponibilidad recurso (meses al año, horas al día)

• Monitoreo recurso eólico

– Tiempo de medición (al menos un año) y comparación con información del sitio

– Instrumentación: mapa eólico, prefactibilidad y factibilidad

– Procesamiento periódico de la información.

***Fuente**: Revistas Empresas Publicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

CARACTERÍSTICAS DEL RECURSO EÓLICO

Distribución de Weibull

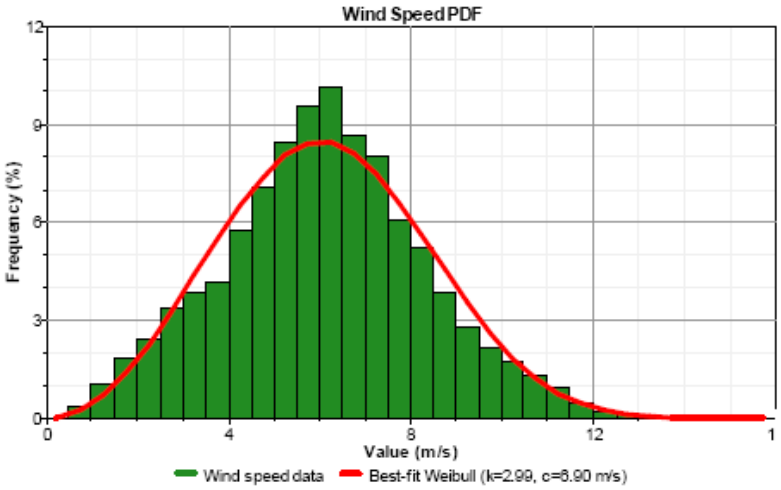

FIGURA 2.1.4

APLICACIONES DE LA ENERGIA EÓLICA

- Bombeo de Agua (V< 4 m/s)
- Multipala (giro lento)
- Generación de electricidad (V > 4m/s)
  - Aislados de la Red: diámetros < a 10 mt.
- Sistema eólico residencial; estaciones científicas, telecomunicaciones, etc.
  - Conectados a la red: parque eólicos (MW)

[9, 10] ***Fuente***: *ENERGAL, 2007*

El análisis de Weibull es la técnica mayormente elegida para estimar una probabilidad, basada en datos medidos o asumidos.

SISTEMAS EÓLICOS (MECÁNICO Y ELÉCTRICO)

Tipo	Americano	Nuevo diseño	Cargador eólico	WECS
Uso	Bombeo de agua		Generación de electricidad	
Diámetro Rotor	2 – 8	2 – 8	1 – 7	10 - 60
Número de Palas	12 - 32	4 - 8	2 - 3	2 - 3
Altura de torre	6 - 15	6 - 15	4 - 20	20 - 60
Potencia	hasta 300 W	hasta 300 W	hasta 10 kW	hasta 1 MW
Material	Acero	Acero	Acero, poliéster	Madera, plástico

TABLA 2.1.5

AEROGENERADORES

• Aerogenerador (Turbina): sistema captador/conversor. Transforma la energía cinética en energía eléctrica. Eficiencia hasta un 40%.

• Turbinas:

– eje vertical

• Darrieus, Giromolino

– eje horizontal

• Una, dos o tres palas (diseño dominante)

COMPONENTES DE UN AEROGENERADOR

Aerogenerador más común se basa en el diseño danés (dominante)

• **Rotor:** generalmente de tres palas, transmiten la energía del viento hacia un cubo o buje. Diseño es muy parecido al ala de un avión.

• **Cubo o buje del rotor:** donde se acoplan las palas. Está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador con lo cual la energía cinética del viento se transforma en energía mecánica rotacional.

***Fuente**: Revistas Empresas Publicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

• **Eje baja velocidad de aerogenerador (principal):** conecta el buje del rotor al multiplicador. Velocidad de rotación muy lenta (19-30 rpm)

• **Multiplicador:** sistema de engranajes que multiplica la velocidad de 26 rotaciones hasta por 90 veces

• **Eje de alta velocidad:** gira a 1500 rpm o más, para funcionamiento del generador eléctrico.

• **Generador eléctrico:** generalmente tipo asíncrono o de inducción.

• La potencia máxima suele estar entre 800 y 2500 Kw

• **Azimut o sistema de giro:** sistema de engranaje acoplado entre la torre y la góndola e impulsado por motores hidráulicos, para hacer girar el aerogenerador (rotor perpendicular a la dirección del viento)

COMPONENTES PRINCIPALES DE UNAEROGENERADOR

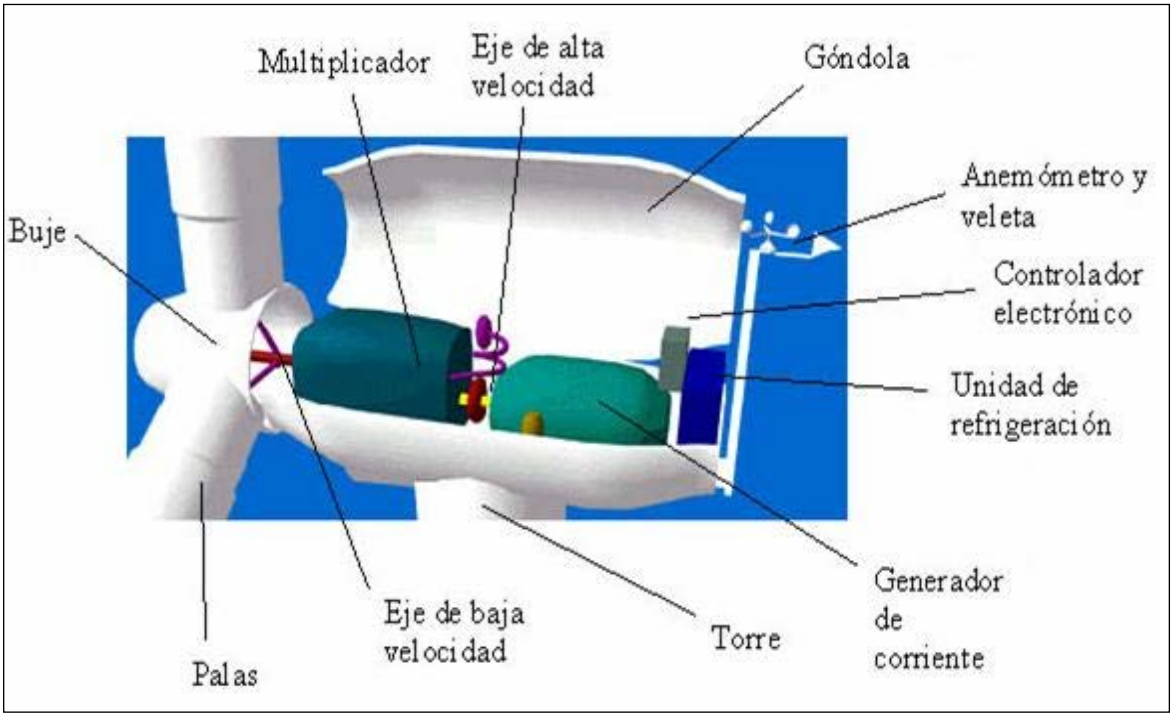

FIGURA 2.1.5

Fuente: http://www.renovables-energia.com/2009/07/partes-de-un aerogenerador/

CURVA DE POTENCIA

• La producción de energía de un aerogenerador depende de la velocidad de rotación que el viento transmite al generador.

• A partir de un valor mínimo de velocidad del viento para el cual se inicia el movimiento, la potencia generada se irá incrementando a medida que aumenta la velocidad del viento, hasta llegar a un valor máximo, correspondiente a la potencia nominal de la turbina.

• Una vez alcanzada la potencia nominal, es necesario mantenerla constante para velocidades de viento superiores, mediante un sistema de "control de potencia" con diferentes alternativas tecnológicas.

• En general, los aerogeneradores suspenden la generación para una velocidad igual o mayor a 25 m/s.

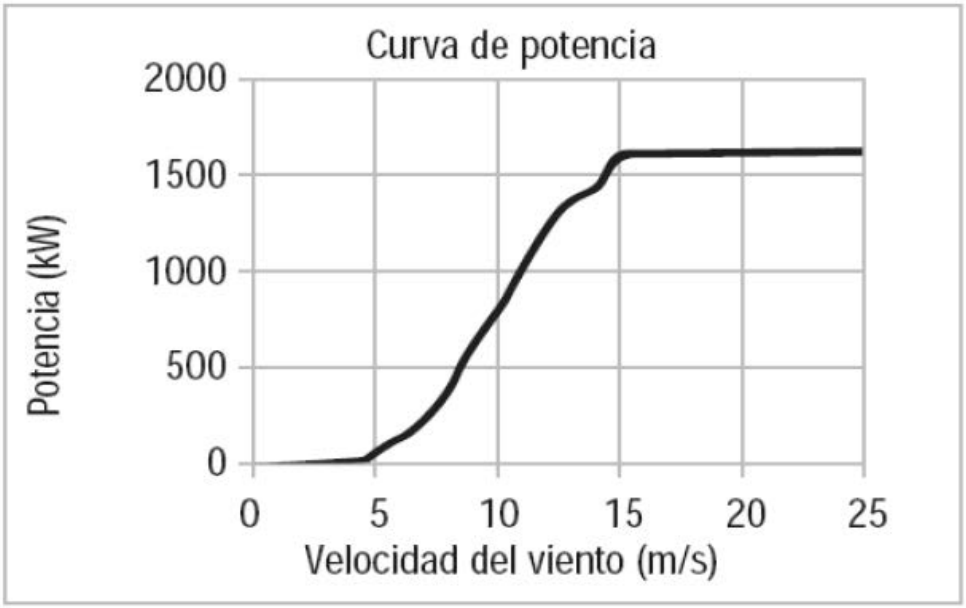

FIGURA 2.1.6

***Fuente**: Revistas Empresas Publicas de Medellín, Vol. (15), Enero-Junio 2004*

PRODUCCIÓN ENERGÉTICA Y ASPECTOS ECONÓMICOS

• Estudios realizados muestran que la producción energética por unidad de área del rotor (kWh/m2/ año) es independiente del tamaño del rotor.

• Con diámetros mayores se obtendrá más energía (mayor área de rotor), pero esto representa un mayor costo (palas más largas y reforzadas).

• Por tanto, la evaluación económica de una turbina se basa principalmente en el análisis de la potencia específica del rotor (Kw/30 m2 de rotor) y en el costo específico del mismo (costo / m2 de rotor).

• OJO: la producción energética y por consiguiente la potencia específica, dependen de las condiciones de viento:

– condiciones de viento estándares o de diseño (zonas templadas)

– En regiones con regímenes de viento diferentes, los diseños estándar estarían por fuera del desempeño óptimo (REVISAR los criterios de diseño y adaptar modelos para dichas zonas).

TENDENCIA POTENCIA Y COSTOS DE PRODUCCIÓN

• En los últimos diez años el crecimiento ha sido continuo y con tendencias cada vez mayores, y que se encuentran en proceso de desarrollo y pruebas prototipos de 4,5 y 5 MW de potencia nominal (Enercon, Repower y Nordex).

• El crecimiento en la capacidad instalada no sólo se debe al tamaño de las máquinas, sino principalmente a la continua reducción de los costos de generación.

• Los costos por kWh generado dependen de la velocidad del viento. En la actualidad rondan los cuatro centavos de dólar para sitios con velocidades promedio del orden de 7 m/s.

• Se prevén reducciones futuras considerables que redundarán en una mayor competitividad económica.

TENDENCIA POTENCIA NOMINAL

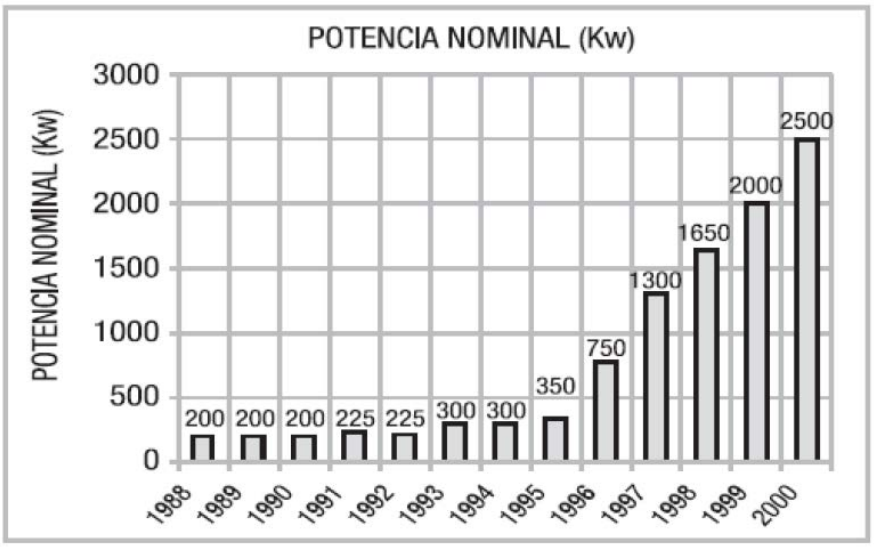

FIGURA 2.1.7

TENDENCIA COSTOS DE PRODUCCIÓN

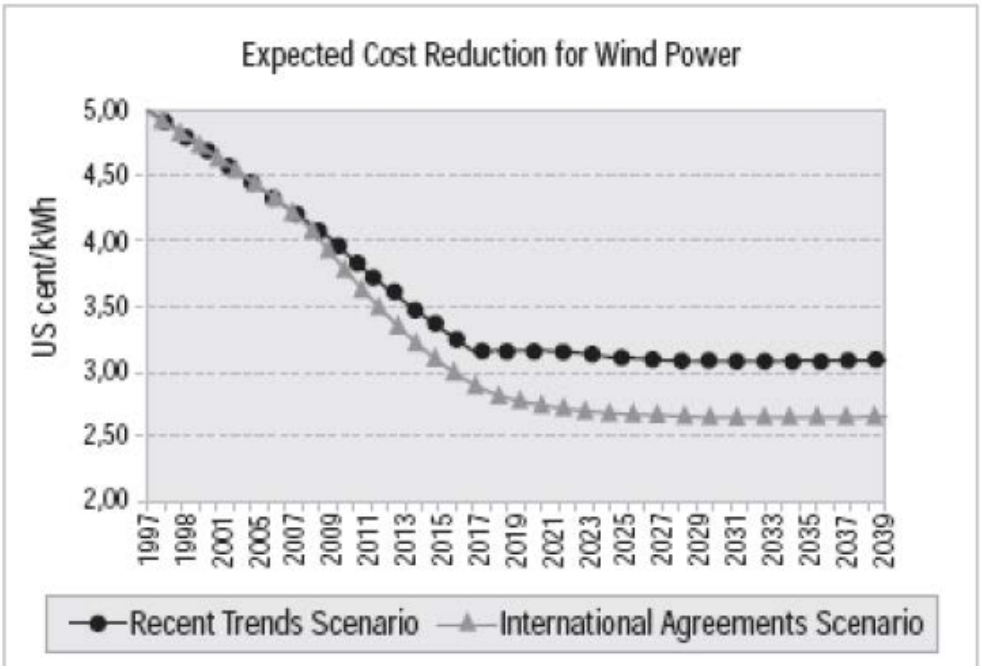

FIGURA 2.1.8

***Fuente**: BTM Consult ApS – October 1998*

VENTAJAS Y OPORTUNIDADES DE ENERGÍA EÓLICA

• Energía renovable e inagotable: contribuye a frenar el uso/agotamiento de combustibles fósiles, enfrenta el cambio climático

• Mejora permanente de su competitividad en el sector eléctrico para la producción a gran escala (nueva alternativa de suministro energético)

• La distribución espacial de aerogeneradores se adapta fácilmente a las condiciones, restricciones y usos del terreno, no ocupa grandes espacios y es compatible con otros usos del suelo como agricultura, ganadería y pastoreo.

• La planificación y construcción de instalaciones eólicas requieren períodos de gestación muy cortos • Un parque eólico existente puede ampliarse fácilmente con la
incorporación de nuevas turbinas (modularidad).

• Fácil y rápido desmontaje al finalizar la vida útil de la instalación

• Tecnología "madura", que ha resuelto muchos de sus inconvenientes asociados a costos e impactos ambientales.

DESVENTAJAS DE LA ENERGÍA EÓLICA

• Difusa: no es almacenable y varía constantemente con el tiempo por la intermitencia del viento.

• Por sí sola, no está en condiciones de atender una demanda continua en forma confiable, restringiendo su uso a una participación limitada dentro de un sistema que incluya otras fuentes energéticas.

• Necesita un proceso de "legitimación" de la tecnología

• Desde el punto de vista ambiental:

– Estética (impacto visual de grandes aerogeneradores sobre el paisaje).

– Ruido (aunque los aerogeneradores modernos llegan a niveles muy bajos)

– Muerte de aves en accidentes contra las palas (cada vez menor debido a la baja velocidad de rotación de las turbinas modernas)

• OJO: importante realizar EIAD a estos proyectos (ej. Galápagos)

POTENCIAL EÓLICO EN EL ECUADOR

Provincia	Localidad
• Carchi	El Ángel
• Imbabura	Salinas
• Pichincha	Machachi, Malchingui, Páramo Grande
• Cotopaxi	MINITRAC, Tigua
• Chimborazo	Chimborazo, Tixán, Altar
• Bolívar	Salinas, Simiatug
• Azuay	Huascachaca
• Loja	Saraguro, El tablón, Manú
Galápagos	San Cristóbal

PROYECTOS EÓLICOS EN ECUADOR

• **San Cristóbal:** 2.4 MW – En operación desde 2007

• **Santa Cruz:** 3.2 –3.6 MW – Finalizado Estudios – Proceso prelicitatorio

• **Salinas**: Estudio factibilidad, 15 MW

• **Las Chinchas**: Estudio factibilidad, 10-15 MW

• **Membrillo:** Prefactibilidad, 45 MW

• **Villonaco:** Estudio Factibilidad, 15 MW

• **Huascacha**: Prefactibilidad, 30 MW (inicio factibilidad)

---

[7] ***Fuente**: OLADE, 2004*

Con el apoyo financiero y técnico de instituciones nacionales e internacionales, los sistemas híbridos, cuyas características se resumen en la Tabla siguiente, están en proceso de implementación y su grado de ejecución se encuentra a diferentes niveles.

Isla	Tecnología (capacidad)	Inversión estimada (Millones)	Financiamiento	Fecha estimada de Operación
Floreana	PV (22.7 kWp) Eólico: 500 W	$ 0.75	Cooperación española, Junta Parroquial de Floreana, PNG, ERGAL, Ministerio de energía y minas	Sistema Operando
Isabela Santa Cruz (PNG)	PV (700 kWp) PV (120 kWp)	€ 7.86	Kw	Por confirmar
San Cristóbal	Eólico (2 MW)	$ 9.84	EEPG (FERUM), e7, otros	Sistema Operando
Santa Cruz	Eólico (3 MW) Línea de Trans. (50 km)	$ 15	GEF - UNF, MEER, FERUM, otros	Finales 2010

TABLA 2.1.6

***Fuente**: OLADE, 2004*

2.1.1 PROYECTO EOLICO SAN CRISTOBAL (2.4 MW)

El 1 de Octubre de 2007 inició sus operaciones la Central Eólica Galápagos, ubicada en la Isla de San Cristóbal, con una potencia instalada de 2,4 MW y una energía media estimada de 3,20 GWh/año. El proyecto fue financiado en un 80% por organismos internacionales como el grupo G8 (los países más ricos del planeta), y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y cerca de un 20% por Elecgalápagos S.A. y el Municipio de San Cristóbal**.**

DESCRIPCIÓN

Tres aerogeneradores producen la electricidad que consume Puerto Baquerizo Moreno.

San Cristóbal, la capital de la provincia de Galápagos, es la primera ciudad del país que consume energía eléctrica renovable, calificada como sana y barata.

La planta comenzó a abastecer de electricidad a la población desde el 1 de octubre de 2007, y después de superar la etapa de pruebas, actualmente representa el 50% de la energía de la isla. El otro 50% se sigue generando con una planta térmica. La meta es aprovechar al 100% la generación eólica, aunque este tipo de energía, por depender del viento, siempre es híbrida, combinada con generación de otro tipo (hidroeléctrica o térmica).

A un costo de diez millones de dólares, el proyecto fue financiado en un 80% por organismos internacionales como el grupo G8 (los países más ricos del planeta), y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y cerca de un 20% por Elecgalápagos y el Municipio de San Cristóbal.

La planta consta de tres torres molinos de viento de 80 metros de alto y aspas de 50 metros de diámetro; un multiplicador de revoluciones y una turbina generadora. La capacidad de producción de energía es de 2,4 megavatios es decir 800 KW cada una. San Cristóbal consume 1,2 megavatios.

Se espera que el proyecto llegue a generar hasta 6.600 MWh/ año y reduzca 52% del consumo de diesel empleado en la generación de electricidad. Para el primer año de operación del parque eólico se estima se reduzcan alrededor de 2.800 ton de CO_2.

El proyecto es parte del programa de energías renovables para Galápagos. Se desarrolló en el cerro El Tropezón de San Cristóbal, previo un estudio de impacto ambiental para no dañar la flora y fauna, aunque se monitorea la afectación al ave petrel de Galápagos, que habita la zona y es una especie en peligro.

Las autoridades eléctricas de Galápagos y del Ministerio de Energía y Minas, estudian un plan para adquirir generadores térmicos de última generación, ahorradores y de bajo impacto, para reemplazar los actuales, ya que la generación eólica siempre trabaja en combinación con la generación térmica.

La provincia tiene 6.893 usuarios. Con la implementación del parque eólico en San Cristóbal, 2.208 usuarios de la isla están recibiendo este tipo de energía.

FIGURA 2.1.9

***Fuente**: www. conelec.com*

2.1.2 PROYECTO HÍBRIDO EÓLICO – DIESEL BALTRA – SANTA CRUZ

Tiene como objetivo principal reducir el consumo de diesel empleado en la generación térmica y los impactos ambientales ocasionados por el transporte en el Archipiélago y el uso del combustible en la Isla Santa Cruz. Del análisis realizado al estudio de factibilidad, desarrollado de Agosto 2006 – Enero 2007, se puede concluir que el mejor sitio para la construcción del parque está la Isla de Baltra.

El Proyecto consiste en la instalación de un parque eólico con una potencia de hasta 3.0 MW, en su primera fase, y de la construcción de un sistema de interconexión eléctrica desde el parque eólico en Baltra hasta la Subestación de la empresa eléctrica provincial Galápagos en Puerto Ayora - Santa Cruz (50 km a 34.5 kV). El Proyecto cuenta la certificación de Prioridad Nacional emitida en primer lugar por la ODEPLAN y el cual fue actualizado por la SENPLADES.

Con este proyecto se reducirá el consumo de diesel empleado en la generación térmica en Santa Cruz así como la de Baltra. El proyecto aportará, en su primera fase, una cantidad de energía de al menos 4,650 MWh/ año, representando una reducción del 450,000 galones diesel/ año, que representa el 25% del consumo de diesel previsto para el consumo en la central Térmica de Puerto Ayora para el año 2011.

Con la construcción del proyecto se interconectarán las Islas Baltra y Santa Cruz. Es importante señalar que en las condiciones actuales Baltra no dispone de un suministro continuo de energía debido a que existe una generación descentralizada de al menos 19 generadores térmicos en operación para atender las necesidades del aeropuerto, Fuerzas Armadas y Petrocomercial. Por este motivo la interconexión eléctrica de las dos Islas no solo reducirá el consumo de diesel en Puerto Ayora Santa Cruz y los costos de generación eléctrica sino que solucionará el problema de falta de abastecimiento eléctrico en la Isla Baltra, reduciendo también el consumo de

diesel de los generadores térmicos pequeños e ineficientes instalados en la Isla y su consecuente impacto ambiental.

Localización geográfica del Proyecto Eólico en la Isla Baltra

Isla Baltra: Provincia de Galápagos. Sector oriental de la Isla dentro de las coordenadas:

P1(805400, 9949600)

P2 (805900, 9949800)

P3(805800, 9948900)

P4(806100, 9949200)

ESTADO ACTUAL DEL PROYECTO

Estudios y Permisos: El proyecto cuenta con los estudios de factibilidad e ingeniería finalizados, así como los estudios de Impacto ambiental finalizados y aprobados. Hasta la presente se dispone de una serie de registro de mediciones de viento de 4 años, lo que garantiza fiabilidad de la información disponible. El día 11 de Agosto del 2009 el Ministerio del Ambiente emitió oficialmente las resoluciones para entregar las licencias ambientales para la construcción del proyecto eólico y de la Línea de Transmisión.

Licitación para el Suministro, Instalación y Montaje de Aerogeneradores (fase 1): La Licitación Internacional para el suministro, transporte e instalación de Aerogeneradores se realizó a finales de Diciembre del 2008. El proceso de licitación se lo lleva a través del Fideicomiso Mercantil cuya Fiduciaria es la Corporación Financiera Nacional institución que por la participación de diferentes fuentes de financiamiento del proyecto provenientes del Ministerio de Electricidad, el

Fondo Mundial del Ambiente – GEF y la Fundación de Naciones Unidas.

El 30 de Abril se recibieron 5 propuestas de diferentes fabricantes de turbinas provenientes de Holanda, Dinamarca, España, Francia y Corea. La evaluación técnica-económica está concluido y mediante resolución de Junta de Fideicomiso, celebrada el lunes 28 de Septiembre de 2009 se aprobó el informe de evaluación para continuar con el proceso de negociación y adjudicación del contrato.

De acuerdo al cronograma de trabajo propuesto se tiene previsto que el parque eólico se instale el cuarto trimestre del 2010. Se está analizando la institución que llevará a cabo el lanzamiento de licitación del sistema de interconexión eléctrica desde Baltra a Santa Cruz.

2.2 ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

TIPOS DE SISTEMAS SOLARES:

• EDIFICIOS SOLARES
  – Pasivos: Arquitectura
  – Activos: Colectores (calentamiento agua, calentamiento/enfriamiento de espacios)
• SIST. de CONCENTRACION SOLARTERMICA
  – Canales parabólicos
  – Platos parabólicos
  – Receptores centrales
• CÉLULAS FOTOVOLTAICAS (PV cells)

CELULA SOLAR:

Es un semiconductor (unión P-N), similar al diodo rectificador. Material: Si; Tamaño: 10 cm (0.5 V.).

ID: intensidad de difusión (de la unión PN)

MATERIALES PARA CELULAS SOLARES:

• Si Monocristalino, tipo disco, más del 50% del mercado, costoso. η=15-25%

• Si Monocristalino concentrado: lentes, reflectores.

η=24-28%

• Si semi-policristalino, rodaja cuadrada, menos costoso, η=15-20%

• Si amorfo: sencillo de construir, barato. η=8-10%

• Película delgada (sin Si):

– Combinación 3/5: Ga-As, η=24-29%

– Combinación 2/6: Cd-S; Cd-Te, η=15-20%

Energía salida (celda)= energía solar x η%

Demanda Energía = energía salida x área

SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

TIPOS:

– Independientes (sistemas aislados)

– Conectados a la red

ESTRUCTURA:

• Generador Fotovoltaico (y sus accesorios)

• Sistema Almacenamiento de energía (baterías)

• Equipo de control/regulación y acondicionamiento de potencia

• Accesorios: medida, interruptores, iluminación, cables, etc.

BATERIAS: suministra la energía demandada por la carga, independiente de la producción del panel. Pb-ácido; Ni-Cd

REGULADOR: evita la sobrecarga de la batería (vida útil).

Tipos: Shunt, serie y módulos autoregulados.

DIMENSIONAMIENTO DE SFV

PARAMETROS A CONSIDERAR:

- Recurso: irradiación solar (kWh/m2-día)
- Voltaje del sistema (12, 24, 48 V DC)
- Demanda (P y E)

ANALISIS DE LA DEMANDA: racionalidad y eficiencia

- Uso actual de la energía: leña, pilas, velas, GLP, etc.
- Necesidades (eléctricas) actuales: iluminación, comunicaciones, etc.
- Cuadro (gráfico) de abonado tipo

PARA CÁLCULOS:

- Mes menos favorable
- Días de autonomía (batería)

ECONOMÍA DE SFV

Se caracteriza por:

- Inversión inicial alta para el equipo (CC)
- No hay costo por combustible
- Costos de O/M bajos
- Costo bajo de reemplazo de equipo
- Salida de potencia depende del sitio

EVALUACIÓN: económica (gobierno) y financiera (privado)

PARAMETROS (Evaluación Económica):

– CCVU (costo del ciclo de vida útil): costos del sistema en valor presente

– Período de repago: t en que costo se paga con ganancia

– Tasa de Retorno: ingreso/beneficio en % de inv. Inicial

ENERGIA SOLAR: ASPECTOS AMBIENTALES Y SOCIALES

ASPECTOS AMBIENTALES:

• Uso de la tierra

• Enfriamiento de agua (solar-térmica)

• Energía usada en la fabricación de dispositivos

• Material empleado en la fabricación de celdas (As, Cd, polvo Si)

ASPECTOS SOCIALES:

• Aceptación de la tecnología

• Generación de empleo

RECURSOS DE ENERGÍA SOLAR

La principal fuente energética de la Tierra es la radiación procedente del Sol.

El Ecuador es un país con características topográficas muy variadas, de gran diversidad climática y condiciones únicas que le confieren un elevado potencial de energías renovables y limpias, las cuales no pueden quedar al margen del inventario de los recursos energéticos del País para producción eléctrica, pues las condiciones de cobertura y satisfacción de la demanda que se presentan en la actualidad, demuestran un estrecho vínculo especialmente con la electrificación y energización rural.

La utilización práctica de la energía solar, un recurso renovable y limpio, para generación eléctrica, tiene como objetivos principales: la contribución a la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, la disminución de la generación con energías no renovables con el consecuente ahorro en combustibles fósiles, y la posibilidad de llegar con electricidad a zonas alejadas de las redes de distribución.

El diseño de políticas, estrategias y medidas para incentivar el mayor uso de estas energías limpias que promuevan el desarrollo especialmente en zonas rurales, se fundamenta en su cuantificación, disponibilidad y distribución estacional en el territorio.

La necesidad de contar con un documento técnico que cumpla con esta exigencia a donde impulsar el uso masivo de la energía solar como fuente energética motivó al CONELEC a publicar, en agosto de 2008, el “Atlas

Solar del Ecuador con fines de Generación Eléctrica", el mismo que fue elaborado por la Corporación para la Investigación Energética, CIE.

La publicación se realizó en formato impreso y digital, versión de esta última que se encuentra disponible en la página web del CONELEC.

El Atlas incluye la cuantificación del potencial solar disponible y con posibilidades de generación eléctrica, en base a mapas mensuales de radiación directa, global y difusa y sus correspondientes isohelias, con el fin de ubicar proyectos locales más específicos que permitan utilizar esta tecnología para obtener calor y electricidad para diversas aplicaciones como fabricar colectores térmicos y módulos fotovoltaicos.

El calor recogido en los colectores se puede destinar a satisfacer numerosas necesidades de la colectividad y la industria, como calefacción, refrigeración y hornos; para fines agrícolas se puede obtener secadores, plantas de purificación o desalinización de agua.

El Atlas, contiene treinta y nueve mapas del Ecuador continental divididos en:

• Doce mapas con los valores de insolación difusa (enero a diciembre)

• Doce mapas con los valores de insolación directa (enero a diciembre)

• Doce mapas con los valores de insolación global (enero a diciembre)

• Tres mapas con los valores promedio de insolación difusa, directa y global.

El CD contiene, además del Atlas, un software para la estimación de la insolación difusa, directa y global en cualquier punto del Ecuador continental, en [Wh/m2/día]. El programa permite generar un grafico resumen con las tres curvas de insolación en los diferentes meses del año y el valor promedio anual. En el Atlas no consta el Archipiélago de Galápagos, que se espera sea incorporado en futuras versiones.

A modo de ejemplo se presenta en la figura 2.2.1, una lámina del Atlas en la cual se muestra la insolación directa promedio.

Las regiones con mayor incidencia de radiación solar en la superficie de la tierra están entre las latitudes de 20° y 30° norte y 20° y 30° sur. Éstas son zonas en las que existen condiciones atmosféricas particulares como son el aire seco descendiente, pocas nubes, bajo nivel de lluvias al año, etc. Algunos de los desiertos más importantes del mundo están situados en estas

zonas, cuyo flujo solar promedio es aproximado al 90% del máximo posible. En el archipiélago de Galápagos por ejemplo, se han encontrado promisorios recursos solares con 6, 7 y 8 horas diarias de brillo para los meses que van de diciembre a junio. El brillo solar anual entre 1990 y 1994 para la estación Charles Darwin varió entre 1.625 y 1.732 horas.

El Ecuador por estar situado sobre la línea ecuatorial tiene un potencial solar que sin ser el mejor del planeta, se sitúa en niveles muy importantes. Los datos de radiación solar en Ecuador presentan homogeneidad de los valores a lo largo del año, así por ejemplo, en el observatorio del Coca en la Amazonía, los valores diarios oscilan entre los 3,35 kWh/m2 en el mes de mayo y los 4,33 kWh/m2 de septiembre.

MAPA DE INSOLACIÓN DIRECTA PROMEDIO DEL ECUADOR CONTINENTAL

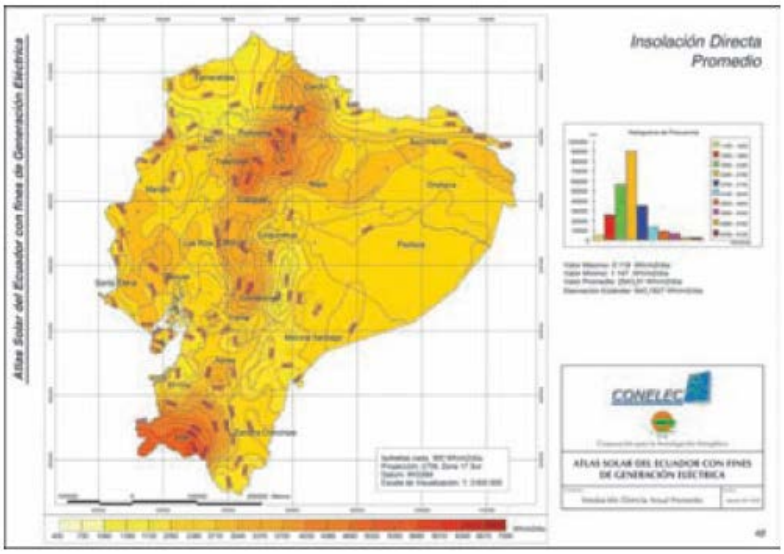

FIGURA 2.2.1

El hecho que la radiación solar sea homogénea a lo largo del año reduce en forma significativa el problema de variaciones aleatorias de este parámetro, lo que hace muy confiable y rentable el uso tecnológico de este recurso para diversas aplicaciones. Éstas podrían clasificarse en dos tipos: solar fotovoltaico y solar térmico.

***Fuente**: www. conelec.com (Atlas)*

Los paneles solares fotovoltaicos son parte actualmente de una tendencia rápida de expansión en su uso, por efecto de la facilidad de la instalación y la sencillez del mantenimiento.
El uso de la calefacción solar puede tener variadas aplicaciones, como cocinas solares, calentamiento de agua en el sector urbano y rural, secado solar, pozos desalinizadores, sistemas de climatización natural, etc.

Una alternativa que cobra cada vez más importancia es la de suministro de energía descentralizado a partir de motores Stirling.

Se estima que en el País se han instalado aproximadamente 2.000 sistemas fotovoltaicos, la mayoría de ellos en la Región Amazónica. En los últimos años, gracias a los recursos del FERUM, se han instalado aproximadamente 450 sistemas fotovoltaicos unifamiliares, principalmente en las provincias de Sucumbíos, Loja y Zamora Chinchipe.

2.2.1 PROYECTO FOTOVOLTAICO ISLA FLOREANA

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ACTUAL DE GENERACIÓN

Pequeñas redes térmicas aisladas, que usan diesel como combustible, suministran energía eléctrica a los usuarios. Se transporta el diesel desde el territorio continental del Ecuador en pequeños tanqueros, lo que requiere entregas frecuentes ya que las islas cuentan con una limitada capacidad de almacenamiento. Por ejemplo, en el año 2001 se transportaron aproximadamente 5,78 millones de galones a las Galápagos. De esa cantidad, aproximadamente 1.684.000 galones, que representan el 29% del total, se utilizaron para la generación eléctrica, lo que resultó en la emisión de 19.200 toneladas de CO_2 por año. La tarifa de electricidad es altamente subsidiada, como en la mayor parte del territorio continental del Ecuador. Por ejemplo, en 2004 el subsidio para el diesel a nivel nacional sumó US$260 millones.

El sistema de generación híbrido de electricidad consiste en una central fotovoltaica con una potencia instalada de 20.6 kWp que trabaja con una central diesel que opera en forma complementaria para suplir el déficit de la demanda de punta de energía y/o en los casos que las condiciones meteorológicas (falta de radiación solar) lo exijan. Con el sistema instalado la población de Floreana dispone de un servicio continuo de energía durante las 24 horas del día, anteriormente el suministro era de 12 horas al día. El sistema fotovoltaico contribuye con la provisión del 30% de la energía demandada en la Isla.

La primera fase del Proyecto fue construida en Noviembre del 2004, sobre la edificación de un Edificio Multipropósito de la Junta Parroquial de Floreana, también construido en la ejecución del proyecto. En esta fase se instaló una central fotovoltaica con capacidad de 18 kWp, la cual está conectada a un banco de baterías y posteriormente a un sistema que transforma la corriente directa a alterna para el consumo de los habitantes de Puerto Velasco Ibarra. Adicionalmente se instaló un aerogenerador de 400 W, 2 minicentrales fotovoltaicas y sistemas fotovoltaicos independientes con una potencia total de 4.3 kWp para satisfacer las necesidades de los propietarios de las fincas, ubicadas en la parte alta de la Isla Floreana. Posteriormente, con la finalidad de incrementar la capacidad de la central fotovoltaica, en mayo del 2006, se amplió la capacidad con la instalación de 2.6 kWp adicionales con lo que la capacidad fotovoltaica es de 24.9 kWp.

El sistema se encuentra operando normalmente desde marzo del 2005, su puesta en marcha en el año 2007 ocasionó una reducción del consumo de diesel del 35% de lo empleado en el 2004, a pesar de haber incrementado la demanda de energía en esta isla. De acuerdo con proyecciones de la demanda las que contemplan el crecimiento de población e incremento en la demanda por el proyecto de agua potable la demanda pico se incrementará de 23 a 59 Kw en el año 2017. Con la finalidad de atender al crecimiento de la demanda se instalará un sistema de generación a partir de biocombustible

FIGURA 2.2.2

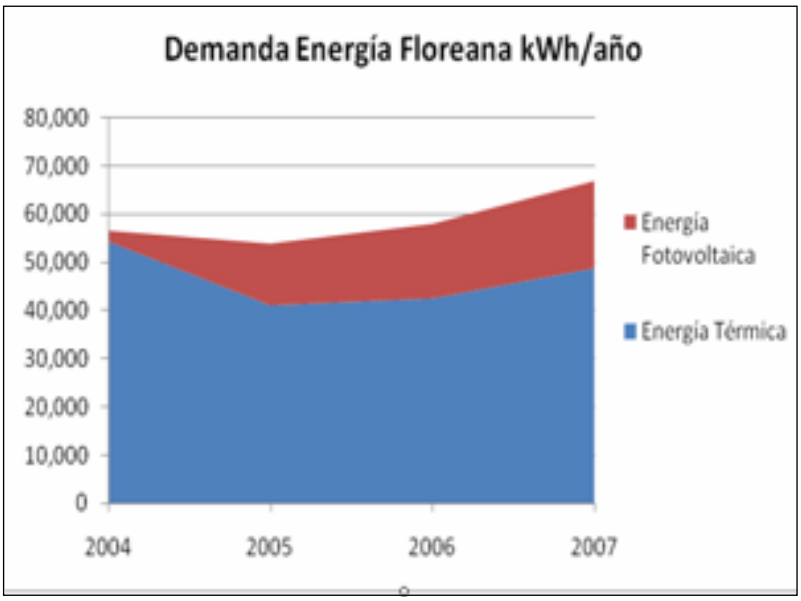

FIGURA 2.2.3

Con el apoyo del Servicio Social y Técnico de Cooperación DED (Deutscher Entwicklungsdienst) y el apoyo técnico de la compañía VWP (Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie), especializada en adaptación de motores diesel a biocombustibles, el proyecto ERGAL llevó a cabo el estudio de factibilidad para la utilización de aceites vegetales puros para la generación de electricidad para la Isla Floreana con miras a replicar la experiencia al resto de Islas habitadas.

***Fuente**: www. conelec.com*

Los resultados del estudio de factibilidad demostraron factibilidad técnica, económica y ambiental del uso de aceite vegetal puro de piñón producido en el continente, específicamente en la Provincia de Manabí, que presenta problemas de desertificación, sequía y pobreza. La implementación del proyecto busca crear sinergias entre dos regiones, la una con problemas ambientales y socio económico, la otra donde el uso de combustibles fósiles representa un inminente riesgo por el derrame de combustibles.

GENERACION POR BIOMASA

RECURSOS DE BIOMASA

El potencial de biomasa en el Ecuador es de gran importancia, siendo que se trata de un país tradicionalmente agrícola y ganadero, cuyas actividades generan gran cantidad de desechos que pueden ser aprovechados energéticamente.

En la matriz energética publicada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable, en el año 2006 la biomasa ocupa un 2% de un total de 213 millones de BEP de producción primaria de energía. La biomasa bajo la forma de leña y bagazo, ocupa un lugar importante en la energía primaria, es decir, casi tan importante como la hidroenergía. Ciertamente que su potencial va más allá de ese límite por cuanto no se han tomado en cuenta otros recursos, es por ello que se puede plantear varias líneas de acción a más de la leña y el bagazo.

En lo que se refiere al tratamiento de desechos sólidos urbanos con fines energéticos, su potencial no se ha logrado determinar en cuanto no se ha hecho evaluación alguna. Aquí sería importante realizar un estudio sobre la capacidad de la energía obtenida a partir de la incineración de residuos sólidos urbanos, en el que se determinen las cantidades, características y modo de selección de los desechos a ser tratados.

En cuanto a los desechos de tipo animal, lo más concreto es aquello que se puede realizar con la tecnología de producción de biogás a través de biodigestores, respecto de la que en el País se tiene bastante experiencia,

particularmente por parte del INE, a más de nuevas experiencias desarrolladas por entidades de investigación de carácter privado.

En esta línea se pueden desarrollar varias iniciativas como para uso de motores de combustión interna, con fines eléctricos, para bombeo, o para lámparas, cocinas, calefactores. Lograr el diseño de prototipos de fácil construcción y con materiales disponibles en el mercado debería constituir un primer gran objetivo.

La energía obtenida a partir de la madera constituye otra gran línea de acción. El principal objetivo de cualquier programa que trate la madera debe ser el lograr un consumo eficiente y racional de este recurso. Visto el importante uso de la leña en el sector rural, con el empleo de cocinas eficientes se lograría reducir ese consumo por lo menos a la mitad, contribuyendo a menguar la tala de bosques.

De igual manera, la producción de carbón vegetal usando hornos mejorados elevaría la eficiencia de esta actividad. Otras iniciativas podrían plantearse en ladrilleras, secadoras de madera, secadoras de productos vegetales.

2.3.1 PROYECTO DE BIOCOMBUSTIBLE APARTIR DEL PIÑON

El piñón – *Jatropha Curcas* es un arbusto que ha sido tradicionalmente plantado en fincas de la Costa y empleado en la década de los ´60s en la industria aceitera, para usos no comestibles. En la actualidad el arbusto del piñón sigue siendo empleado como cerca viva y su aceite en la producción artesanal de jabón prieto. De acuerdo a estudios realizados por el IICA la disponibilidad de cercas vivas en Manabí sería suficiente para satisfacer las necesidades para la generación de electricidad en las Islas Galápagos.

FIGURA 2.2.4

Este proyecto forma parte de la iniciativa Cero Combustibles Fósiles para Galápagos impulsada y financiada por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable y bajo el Programa Nacional de Biocombustibles.

La ejecución del proyecto se tiene previsto realizarla en el último trimestre de este año con la instalación de generadores térmicos adaptados a biocombustibles.

Los términos de referencia para la Licitación del concurso están listos y únicamente se espera la transferencia de recursos por parte del Ministerio de Electricidad a la Empresa Eléctrica de Galápagos, que también aportará el financiamiento del proyecto, con un aporte de 50,000 USD. Una vez ejecutado el proyecto se logrará erradicar el uso de combustibles fósiles en la generación de electricidad en Floreana, que representa más del 90% de la demanda total en la Isla.

Con la finalidad de llevar a cabo el objetivo de erradicar los combustibles fósiles en Floreana y el resto de las Islas Galápagos, la Empresa Eléctrica Provincial Galápagos – Elecgalápagos – EEPG asignó de su presupuesto USD 50,000 para la adquisición de dos generadores nuevos que trabajen a biocombustible, entrenar al personal de Elecgalápagos y del MEER con el fin de adquirir el conocimiento para adaptar los generadores al uso de biocombustible. La EEPG está buscando recursos adicionales para realizar

***Fuente**: www. conelec.com*

un monitoreo de análisis de reducciones de emisiones una vez realizada la adaptación.

Por otro lado de la experiencia aprendida en Floreana se procederá con la replicabilidad del proyecto al resto de Islas.

Disponibilidad de Piñón en cercas vivas en Manabí

Zona	Árida	Seca	Semi-Húmeda	TOTAL
Cerca Viva Km	662	1292	4876	6,830
Semilla/año[Ton]	662	2584	14628	17,874
Aceite/año [Ton]	199	775	4388	5,362

TABLA 2.3.1

De acuerdo a las proyecciones del suministro de energía que considera por un lado el crecimiento de la demanda convencional y la ocasionada por el ingreso en operación de los proyectos de agua potable en las Islas y por otro lado las tecnologías a instalarse como son los proyectos eólicos y fotovoltaicos y su respectiva contribución para reducir la demanda de energía se ha realizado una proyección de demanda de aceite de piñón que se muestra en la tabla.

Isla	Aceite Vegetal [gal /año]	Semilla [Ton/año]
Sta. Cruz	780,000	10,156
San Cristóbal	300,000	3,906
Isabela	160,000	2,083
Floreana	11,000	143
Total	**1,253,015**	**16,289**

TABLA 2.3.2

***Fuente**: IICA, 2008*

Proyección de la demanda de aceite de piñón de acuerdo a proyecciones de demanda y oferta de energía en las Islas Galápagos

Como se puede observar en las tablas, la demanda de aceite de piñón en las Islas puede ser suministrada con la cantidad actual existente de cerca viva disponible en la provincia de Manabí. Razón por la cual no se debe fomentar ni incentivar un programa de siembra para satisfacer la demanda de las Islas Galápagos.

DESARROLLO DE CAPACIDADES Y PROYECTOS DE COOPERACIÓN EN BIOCOMBUSTIBLES

Como parte de la iniciativa para iniciar la implementación del proyecto el Programa de Naciones Unidas a través de la gerencia del Programa de Pequeñas Donaciones PPD desarrolló una estrategia de Cooperación Sur – Sur (Mali- Ecuador) con el objetivo de compartir experiencias para el manejo del piñón no solo en la producción de aceite sino en los procesos de cosecha y postcosecha.

Para ello se desarrolló una serie de visitas por parte de un especialista de Mali, el 24 y 25 de Abril se llevó a cabo un taller en la Ciudad de Manta para compartir experiencias por parte del especialista con representantes de pequeñas comunidades de Manabí y de la Provincia de Santa Elena. Adicionalmente, se presentaron los resultados de la adaptación de tres generadores de 100 Kw cada uno, que se encuentran trabajando con aceite vegetal puro de piñón en Mali.

CAPITULO III
MARCO REGULATORIO DE LA GENERACIÓN POR ENERGÍA RENOVABLE EN EL ECUADOR

3.1 REGULACIÓN No. CONELEC – 009/06

Considerando que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente mejorar la confiabilidad en el suministro, para lo cual se requiere acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC-, con lo cual se contribuye a la diversificación y multiplicación de los actores involucrados, generando nuevas fuentes de trabajo y el desarrollo de una tecnología propia;
Resuelve expedir la presente Regulación por la cual se establecen los precios de la energía producida con recursos energéticos renovables no convencionales.

3.1.1 OBJETIVOS Y ALCANCES

La presente Regulación tiene como objetivo el establecimiento de los precios, su período de vigencia, y forma de despacho para la energía eléctrica entregada al Sistema Nacional Interconectado y sistemas aislados, por los generadores que utilizan fuentes renovables no convencionales.

Para los efectos de la presente regulación, las energías renovables no convencionales comprenden las siguientes: eólica, biomasa, biogás, fotovoltaica, geotermia y nuevas pequeñas centrales hidroeléctricas.

3.1.2 DEFINICIONES DE LAS DISTINTAS CENTRALES DE ENERGIAS RENOVABLES

Central a biomasa: central que genera electricidad utilizando como combustibles: residuos forestales, residuos agrícolas, residuos agroindustriales y ganaderos y residuos urbanos.

Central a biogás: Central que genera electricidad utilizando como combustible el biogás obtenido en un digestor como producto de la degradación anaerobia de residuos orgánicos.

Central convencional: Central que genera electricidad utilizando como energía primaria las fuentes de energía que han tenido ya una larga trayectoria de explotación y comercialización a nivel mundial, como por ejemplo: agua, carbón, combustibles fósiles, derivados del petróleo, gas natural, materiales radioactivos, etc.

Central eólica: Central que genera electricidad en base a la energía cinética del viento.

Central geotérmica: Central que genera electricidad utilizando como energía primaria el vapor proveniente del interior de la tierra.

Central no convencional: Central que utiliza para su generación recursos energéticos capaces de renovarse ilimitadamente provenientes del: sol (fotovoltaicas), viento (eólicas), agua, (pequeñas centrales hidroeléctricas), interior de la tierra (geotérmicas), biomasa, biogás, olas, mareas, rocas calientes y secas, las mismas que, por su relativo reciente desarrollo y explotación, no han alcanzado todavía un grado de comercialización para competir libremente con las fuentes convencionales, pero que a diferencia de estas últimas, tienen un impacto ambiental muy reducido.

Central solar fotovoltaica: Central que genera electricidad en base a la energía de los fotones de la luz solar, que al impactar las placas de material semiconductor del panel solar fotovoltaico, desprenden los electrones de su

última órbita, los mismos que al ser recolectados forman una corriente eléctrica.

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas: Generación a base de centrales hidroeléctricas con capacidad instalada igual o menor a 10 megavatios.

3.2 POTENCIA LÍMITE

Exceptuando a las pequeñas centrales hidroeléctricas cuya capacidad nominal instalada no puede superar 10 MW, para las demás tecnologías renovables no convencionales, la presente Regulación reconoce el precio de la energía y su vigencia de aplicación para centrales de generación con una potencia efectiva instalada de hasta 15 MW.

En el caso que la potencia efectiva de la central supere el límite de los 15 MW, solamente la producción correspondiente a los primeros 15 MW tendrán los precios que contempla esta regulación, mientras que la potencia y energías excedentes deberán ser comercializados como cualquier central convencional.

El límite antes señalado podrá ser reajustado en el futuro, en función del incremento de la potencia instalada del parque generador del MEM.

3.2.1 DESPACHO PREFENTE

El CENACE despachará, de manera obligatoria y preferente, toda la energía eléctrica que las centrales que usan recursos renovables no convencionales entreguen al Sistema, hasta el límite de capacidad instalada establecido en el Art. 21 del Reglamento Sustitutivo al Reglamento para el Funcionamiento del MEM.

Si el límite del 2% se supera, con la incorporación de nuevas centrales no convencionales, éstas serán despachadas en orden de mérito económico, en base a su costo variable de producción de igual forma que las centrales convencionales que operan en el MEM.

El despacho preferente y obligatorio se efectuará por central; los precios de la energía no serán tomados en cuenta para la determinación del costo marginal horario en el MEM.

3.2.2 REQUISITOS PARA LA CONEXIÓN

En el punto de entrega, el generador debe instalar todos los equipos de conexión, control, protección y medición cumpliendo con la normativa vigente sobre la materia y demás requisitos que se exijan en los instructivos de conexión del transmisor o del distribuidor.

3.3 PRECIOS DE LA ENERGIA

Los precios a reconocerse por la energía medida en el punto de entrega, expresados en centavos de dólar de los Estados Unidos por kWh, son aquellos indicados en el cuadro que se presenta más adelante.

No se reconocerá pago por potencia a la producción de las centrales no convencionales.

CENTRALES	**PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Continental**	**PRECIO (cUSD/kWh) Territorio Insular de Galápagos**
EOLICAS	9.39	12.21
FOTOVOLTAICAS	52.04	57.24
BIOMASA Y BIOGAS	9.67	10.64
GEOTERMICAS	9.28	10.21
PEQUEÑASCENTRALES HIDROELECTRICAS HASTA 5 MW	5.80	6.38
PEQUEÑASCENTRALES HIDROELECTRICAS MAYORES A 5 MW HASTA 10 MW	5.00	5.50

TABLA 3.3.1

***Fuente**: www. conelec.com*

NOTA: Para la Provincia de Galápagos se aplicarán los precios, resultado de la multiplicación de los valores establecidos para proyectos ubicados en el territorio continental por un factor de mayoración. El factor de mayoración que se ha considerado para centrales no convencionales que se instalen en Galápagos son: 1.3 para centrales eólicas y 1.1 para las demás tecnologías.

3.3.1 VIGENCIA DE LOS PRECIOS

Los precios establecidos en esta Regulación se garantizarán y estarán vigentes por un período de 12 años a partir de la fecha de suscripción del contrato de permiso, para todas las empresas que hubieren suscrito dicho contrato hasta el 31 de diciembre de 2008.

Cumplido el periodo de vigencia indicado en el párrafo inmediato anterior, las centrales renovables no convencionales operarán en el MEM, con un tratamiento similar a cualquier central de tipo convencional, de acuerdo a las normas vigentes a esa fecha.

De igual forma, para el caso de las centrales renovables no convencionales que pertenezcan a los sistemas aislados, terminado el periodo de vigencia, seguirán operando con un tratamiento similar a las centrales convencionales, de acuerdo a las normas que rijan sobre la materia a esa fecha.

3.3.2 PRECIOS DE LA ENERGIA A PARTIR DEL 2009

Para aquellos proyectos cuyos contratos se suscriban o por incremento de capacidad se modifiquen a partir del año 2009, el CONELEC realizará una revisión de los precios de la energía y su periodo de vigencia, los que serán aplicables únicamente para los casos antes señalados a partir de ese año y por un período de vigencia que el CONELEC lo definirá en esa fecha.

Para la revisión de los precios y fijación del plazo de vigencia, indicados en el párrafo inmediato anterior, el CONELEC realizará el

estudio correspondiente basado en referencias internacionales de este tipo de energías, la realidad de precios del mercado eléctrico ecuatoriano o cualquier otro procedimiento que estimare conveniente.
Nota: A los precios fijados para la energía medida en el punto de entrega, establecidos en el numeral anterior, se sumará un pago adicional por transporte, únicamente en el caso de requerirse la construcción de una línea de transmisión, para evacuar la energía de la central hasta el punto de conexión con el Sistema. Este pago adicional se lo efectuará si el sistema requerido para la conexión al punto de entrega es construido en su totalidad por el propietario de la central de generación.

El pago adicional por Transporte es de 0.06 centavos USD/kWh/Km., con un límite máximo de 1.5 centavos USD/kWh.

3.3.3 SOBRE LOS SISTEMAS NO INCORPORADOS

Los precios fijados en esta Regulación, son también aplicables para el caso de Sistemas no incorporados al S.N.I.

La energía producida por este tipo de generadores y entregada a un sistema no incorporado, se considerará, para efectos de liquidación, como entregada al MEM y su costo se distribuirá entre todos los agentes, con el procedimiento establecido en el numeral anterior.

Para efectos de las liquidaciones, el CENACE determinará, en conjunto con los generadores no convencionales y distribuidores que no se encuentren incorporados al SNI, el procedimiento necesario para efectuar la liquidación de la energía que entregan y reciben.

CAPITULO IV
ANALISIS TECNICO-ECONOMICO DE LA FACTIBILIDAD DE GENERACIÓN NO CONVENSIONAL EN EL AREA RURAL DEL ECUADOR

COMUNIDAD RURAL TZENKEANKAS - MÉNDEZ

- **Localización:** Amazonia Ecuatoriana
- **Población:** 100 personas (20 casas)
- **Comunidad:** Shuar
- **Actividad**: Agricultura y caza

ASPECTOS TECNICOS:

- 20 paneles FV (100 Wp c/u)
- 20 baterias de baja descarga (plomo-acido)
- En cada casa: 3 focos florecente; 3 puntos de luz
- control electrónico (Panel de bateria)
- Costo total: US$ 20.000

PATRON DE DEMANDA

Hora del día	# horas uso	Artefacto	Potencia unitaria (W)	# usuarios	Potencia pico (W)	Factor Simultaneidad	Potencia coincidente (W)	Energía (W-h/día)
0-7	7	Salud comunitario	40	1	40	1	40	280
7-18	11	Salud comunitario	40	1	40	1	40	440
	5	TV-comunitario	150	1	150	1	150	750
	8	radio	25	20	500	0,5	250	2000
						Subtotal hora:	**440**	**3190**
18-20	2	Salud comunitario	40	1	40	1	40	80
	2	radio	25	20	500	0,6	300	600
	2	iluminación	20	100	2000	0,3	600	1200
	2	TV	35	20	700	0,3	210	420
	1	TV-comunitario	150	1	150	1	150	150
						Subtotal hora:	**1300**	**2450**
20-23	3	Salud comunitario	40	1	40	1	40	120
	2	radio	25	20	500	0,5	250	500
	3	iluminación	20	100	2000	0,6	1200	3600
	2	TV	35	20	700	0,4	280	560
	2	TV-comunitario	150	1	150	1	150	300
						Subtotal hora:	**1920**	**5080**
23-0	1	Salud comunitario	40	1	40	1	40	40
						Total (Kw-h/día)		**11,04**
						Potencia promedio (W/hora)	**563,33**	
						Potencia pico coincidente(Kw)	**1,92**	

TABLA 4.1

***Fuente**: Dr. Juan Leonardo Espinoza, Investigador, año 2001*

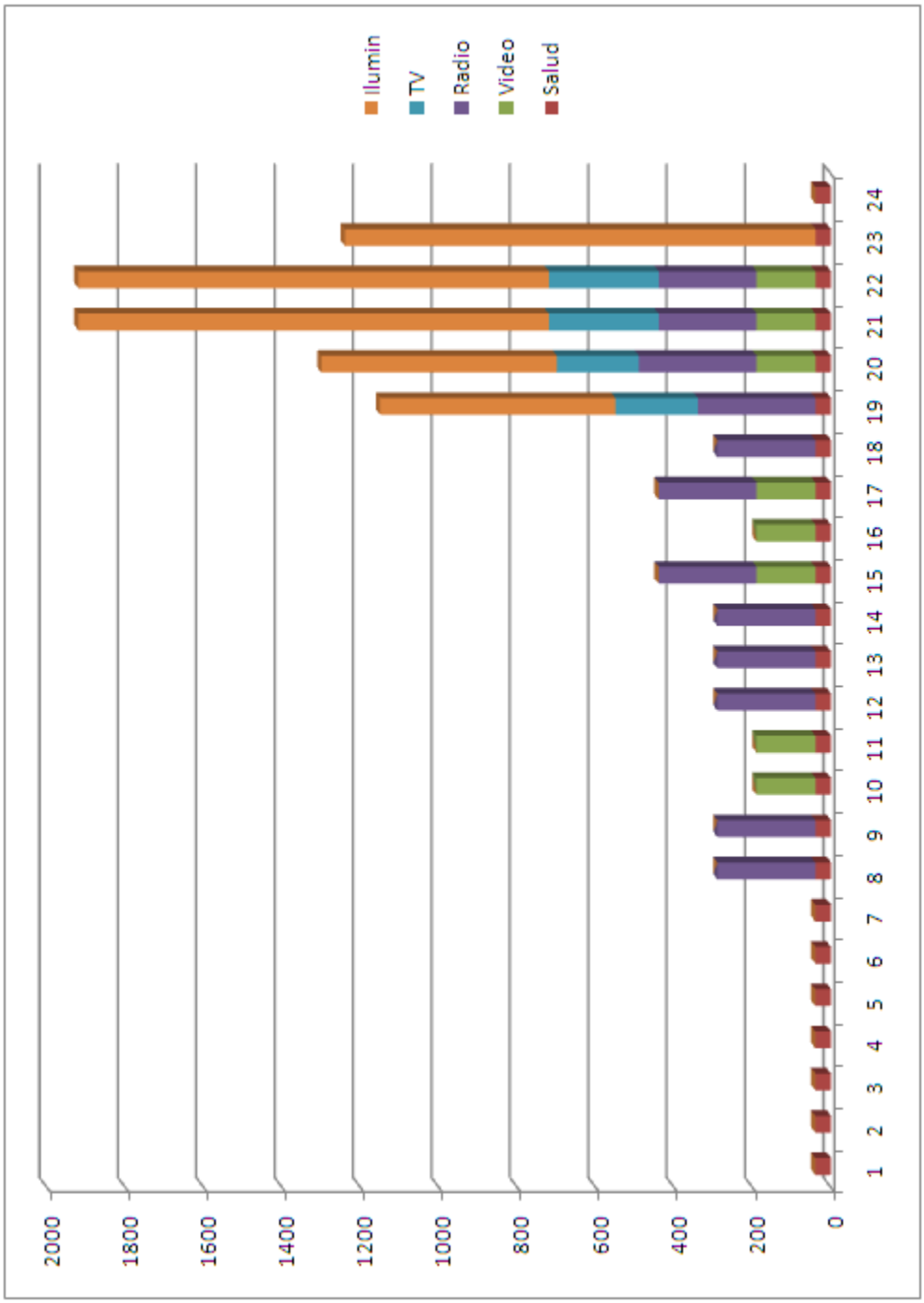

FIGURA 4.1

***Fuente**: Dr. Juan Leonardo Espinoza, Investigador, año 2001*

4.1 GENERACIÓN A DIESEL

Diseño de un sistema de generación híbrido para la comunidad TZENKEANKAS - MÉNDEZ

4.1.1. - DIMENSIONAMIENTO DEL GRUPO DIESEL (30% DE CONTRIBUCIÓN).

Para el dimensionamiento del grupo diesel se tomará en cuenta el 30% de la demanda total.

La demanda total se deberá tomar en cuenta como:

Demanda Total = Demanda Máxima * Factor de Ampliación.

Demanda Máxima: 1.92 KW.

Si se requiere a futuro ampliar la demanda se propone

Factor de Ampliación: Un factor de 1.3 (30% más).

Demanda Total = 1.92 * 1.3 = *2.5 KW*

El dimensionamiento del grupo diesel y de los demás deberá estar en base a esta Demanda total, la cual puede ser escogida para los cálculos.

Potencia grupo diesel = 2.5 KW * 0.3 = 0.75 KW de potencia.

Potencia grupo diesel = 0.75 KW.

Según el gráfico de demanda, la unidad a diesel por ser la más cara entraría en los picos de demanda, esto es 5 horas, desde las 19H00 hasta las 23H00.

Entonces la energía que entrega el grupo a diesel en todo el día será:

Energía grupo diesel = 0.75 KW * 5 horas = 3.75 KW-H.

Energía grupo diesel = 3.75 KW-H. Que suministrará el grupo en todo el día.

El poder calorífico del diesel es de **38 MJ/litro** y con una eficiencia como grupo de un **25%.**

Pasando este valor a KW-H/litro tenemos :

Poder Calorífico Diesel = 10.55 KW-H/litro.

La eficiencia del grupo al 25% es de :

38 MJ / lt * 1KW-H / 3.6 MJ = 10.55 KW-H/lt.

Potencia Neta grupo diesel = 0.25 * 10.55 KW-H/litro = 2.64 KW-H/litro
Potencia Neta Grupo Diesel = 2.64 KW-H / lt

Entonces se puede hallar la cantidad de litros consumidos de diesel al día, de la siguiente forma:

Cantidad de litros Diesel = Energía grupo diesel / Potencia Neta Grupo Diesel (al día)

Cantidad de litros Diesel = (3.75 KW-H / día) / (2.64 KW-H / lt) = 1.42 lt / día.

Cantidad de litros Diesel = 1.42 lt / día = 0.375 gl / día.

El precio del galón de diesel de Petrocomercial desde 25 de julio de 2005 es de : 0.91871808 $USD / galón.
Haciendo una evaluación diaria del costo de este tipo energía solo teniendo en cuenta el gasto por combustible sin tener en cuenta el costo de mantenimiento y operación, tenemos:

Costo Diario = 0.375 galones * 0.91871808 $USD / galón = 0.3445 $USD

Costo Diario Diesel = 0.3445 $USD

Esto dá un Costo Unitario de Energía al día de:

Costo Unitario Energía = *0.3445 $USD / 3.75 KW-H = 0.0918 $USD / KW-H* **Costo Unitario Energía =** 0.0918 $USD / KW-H

4.2 GENERACIÓN EÓLICA

Diseño de un sistema de generación híbrido para la comunidad TZENKEANKAS – MÉNDEZ

4.2.1 DIMENSIONAMIENTO DEL GENERADOR EÓLICO (35% DE APORTE)

El Generador Eólico aportará el 35 % del total de energía consumida

Para el cálculo de la potencia del aerogenerador, tomamos los siguientes datos:

Consumo máximo coincidente	1920	W
Consumo proyectado (130%)	2496	W

Potencia del Aerogenerador = 715*0,35 = 873,6 W

Potencia Aerogenerador = 0,874 Kw

4.2.2 ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DEL AEROGENERADOR

Para estimar el tamaño del Aerogenerador aplicamos la siguiente ecuación:

P=e*A*V^3

despejando D tenemos:

D= 2,52*sqrt(P/V^3)

e= factor de energía

P= potencia promedio disponible (W)

A= área de barrido = π/4*D^2 (m^2)

D= diámetro del rotor (m)

V= velocidad de viento promedio (m/s)

Diámetro rotor =	5,07	Mts	**CALCULADO ORIGINAL**

Por razones de estandarización redondeamos a un diámetro comercial:

Diámetro rotor	5	Mts	**REDONDEADO**

Para especificaciones técnicas tomamos una potencia del generador de: 1 Kw

4.2.3- CALCULO DE COSTOS

Para el cálculo de los costos tomamos en cuenta:

- Costos de Capital
- Costos de Combustible (0)
- Costos de Operación y Mantenimiento

Además se proyectarán a 20 años con una tasa de interés del 15% y tasa de descuento del 10%

4.2.3.1- COSTOS DE CAPITAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UN. USD $	TOTAL USD $
1	Aerogenerador	1	1.300,00	1.300,00
2	Baterías (4) + dispositivos eléctricos	1	210,00	210,00
	COSTO TOTAL ANUAL (USD $)			1.510,00

4.2.3.2- COSTOS DE COMBUSTIBLE

En este caso el combustible es el sol que produce el viento, por tanto el costo es cero

4.2.3.3- COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Costo de Operación y mantenimiento: 50,00 USD $-año

Durante el primer año tenemos un costo total de: 1.560,00 USD $

APLICACIÓN DEL METODO DEL DESCUENTO

Para aplicar el método de descuento se calcula del factor D y luego este valor se multiplica por el costo anual para obtener un costo de descuento a lo largo de los 20 años de vida útil del proyecto

D= ((1+i)/(1+d))^n

Interés (%)	10
Descuento(%)	15
n (años)	20

METODO DEL DESCUENTO			
AÑO	FACTOR D	Costos (USD $)	Costo Descontado (USD $)
0	1	1.560,00	1.560,00
1	0,957	50,00	47,85
2	0,915	50,00	45,75
3	0,875	50,00	43,75
4	0,837	50,00	41,85
5	0,801	50,00	40,05
6	0,766	50,00	38,30
7	0,733	50,00	36,65
8	0,701	50,00	35,05
9	0,67	50,00	33,50
10	0,641	50,00	32,05
11	0,613	50,00	30,65
12	0,587	50,00	29,35
13	0,561		28,05

		50,00	
14	0,537	50,00	26,85
15	0,513	50,00	25,65
16	0,491	50,00	24,55
17	0,47	50,00	23,50
18	0,449	50,00	22,45
19	0,43	50,00	21,50
20	0,411	50,00	20,55
TOTAL		**2.560,00**	**2.207,90**

La energía a suministrarse por día es = Energía total día* Factor ampliación* 35%

Energía diaria	5,02	kW-h
Energía anual	1.833,47	kW-h
Energía 20 años	36.669,36	kW-h

Costo Unitario Energía

COSTO = costo descontado/energía	0,06	USD /Kw-h

4.3 Generación Fotovoltaica

Diseño de un sistema de generación híbrido para la comunidad TZENKEANKAS – MÉNDEZ

4.3.1 DIMENSIONAMIENTO DE CELDAS FOTOVOLTAICAS

4.3.1.1 POTENCIA DEL CONJUNTO ELECTROVOLTAICO

La generación fotovoltaica aportará el 70 % del total de energía consumida

Para el cálculo de la potencia del conjunto fotovoltaico tenemos los siguientes datos:

Consumo máximo coincidente 1920 W

Consumo proyectado (130%) 2496 W

Una vez determinado la potencia de consumo proyectada, calculamos la Potencia de entrada del conjunto Electrovoltaico. Para esto consideramos el material de la célula solar:

MATERIAL DE LA CÉLULA SOLAR:

Silicio (Si) semi-policristalino, rodaja cuadrada,

EFICIENCIA:

n = 15-20 %

Energía salida (celda)= energía solar x η%

$$\text{energía solar} = \frac{\text{Energía salida (celda)}}{n\%}$$

$$\text{energía solar} = \frac{1747{,}2}{0{,}20}$$

energía solar= 8736 W

Potencia de entrada Conjunto Electrovoltaico = 8,736

4.3.1.2 CÁLCULO DEL NÚMERO DE PANELES NECESARIOS

Para calcular el número de paneles solares tomaremos en cuenta la potencia de consumo proyectada:

Consumo proyectado 1747,2 W

Wpico de cada panel solar 100 W

Número de paneles solares:

$$N = \frac{1747,2}{100}$$

$$N = 17,472$$

N= 17 paneles solares

4.3.1.3 CÁLCULO DE COSTOS

En los costos consideramos las siguientes cantidades:

PANELES FOTOVOLTAICOS:
BATERÍAS DE DESCARGA:

Cada conjunto Electrovoltaico (panel y batería) tiene un costo de: **$ 1.000,00**

Así mismo como en el caso anterior (Generador eólico) el costo se distribuye en tres partes:

- Costos de Capital
- Costos de Combustible
- Costos de Operación y Mantenimiento

4.3.1.3.1 COSTO DE CAPITAL

En este ítem consideramos el costo del conjunto Electrovoltaico y el número total de paneles solares:

ITEM	EQUIPO	CANTIDAD	COSTO UNIT.	COSTO TOTAL
CONJUNTO ELECTROVOLTAICO	PANEL SOLAR	17	$ 1.000,00	$ 17.000
	BATERÍA	17		
COSTO TOTAL (PRIMER AÑO)				$ 17.000,00

4.3.1.3.2 COSTO DE COMBUSTIBLE

En este caso no existe el uso de combustible, por lo tanto no hay costo que considerar

4.3.1.3.3 COSTO POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se ha considerado un costo por mantenimiento de:

$ 150,00

Por lo tanto en el primer año tenemos un costo total de:

COSTO POR CAPITAL	$	17.000,00
COSTO POR OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO:	$	150,00
COSTO TOTAL (PRIMER AÑO)	$	17.150,00

4.3.1.3.4 COSTO TOTAL A LOS 20 AÑOS.

Para obtener el costo de este tipo de generación renovable a 20 años consideramos los siguientes datos:

Interés (%)	**10**	**anual**
Descuento (%)	**15**	**anual**
Número de años(n)	**20**	**años**

Cambio de Batería, Inversor, Mantenimiento y Breaker cada 7 años = 440 $USD

Procedemos a calcular el factor D (factor de descuento): $D = \left[\frac{1+i}{1+d}\right]^{n}$

AÑO	FACTOR DESCUENTO	Costos (USD $)	Costo Descontado (USD $)
0	1,00	$ 17.150,00	$ 17.150,00
1	0,96	$ 100,00	$ 95,65
2	0,91	$ 100,00	$ 91,49
3	0,88	$ 100,00	$ 87,52
4	0,84	$ 100,00	$ 83,71
5	0,80	$ 100,00	$ 80,07
6	0,77	$ 100,00	$ 76,59
7	0,73	$ 440,00	$ 322,34
8	0,70	$ 100,00	$ 70,07
9	0,67	$ 100,00	$ 67,03
10	0,64	$ 100,00	$ 64,11
11	0,61	$ 100,00	$ 61,33
12	0,59	$ 100,00	$ 58,66
13	0,56	$ 100,00	$ 56,11
14	0,54	$ 440,00	$ 236,15
15	0,51	$ 100,00	$ 51,34
16	0,49	$ 100,00	$ 49,10
17	0,47	$ 100,00	$ 46,97
18	0,45	$ 100,00	$ 44,93
19	0,43	$ 100,00	$ 42,97
20	0,41	$ 440,00	$ 180,86
TOTAL		**$ 20.170,00**	**$ 19.017,00**

4.3.3.1.4 COSTO DEL kw-h

Ahora procedemos a calcular el costo del KW-H, y tomaremos en cuenta los siguientes datos:

KW-H/día	11,04
	$
COSTO TOTAL DE GENERACIÓN A 20 AÑOS:	19.017,00

Calculamos el KW-H para 20 años:

KW-H/día	11,04
KW-H/día(proyectado)	14,352
KW-H/día generado por el conjunto Electrovoltaico:	10,0464

$KW\text{-}H_{20}$= (KW-H/día)x365x20

$KW\text{-}H_{20}$= 73339

Costo del KW-H ($KW-H):

$$\$KW\text{-}H = \frac{\text{COSTO TOTAL DE GENERACIÓN A 20 AÑOS}}{KW\text{-}H_{20}}$$

$KW-H= $ 0,26

4.4 ANÁLISIS FINANCIERO - COMPARATIVO.

A continuación analizaremos 2 escenarios posibles para instalar un sistema de generación eléctrica en la comunidad TZENKEANKAS - MENDEZ.

Escenario 1.

Sistema híbrido:

- Grupo diesel suple el 30% de la demanda.
- Generador eólico suple el 70% de la demanda

	Grupo Diesel	Gen Eólico	Total	
Costo de la inversión en VPN[$]*:	3.991,23	3.407,90	**7.399,13**	
Costo unitario de la energía por Kw-h [$]:	0,15	0,05	**0,08**	*

Escenario 2.

Sistema híbrido:

- Grupo diesel suple el 30% de la demanda.
- Paneles solares suplen el 70% de la demanda

	Grupo Diesel	Celdas FV	Total	
Costo de la inversión en VPN[$]*:	3.991,23	19.017,00	**23.008,23**	
Costo unitario de la energía por Kw-h [$]:	0,15	0,26	**0,23**	*

*El costo de la inversión en VPN ha sido analizado para todos los casos en un período de 20 años.

CONCLUSIONES Y RECOMENACIONES

CONCLUSIONES.

Se apreció en este estudio que en la actualidad el CONELEC está prestando todas la facilidades para la implementación de proyectos de generación de energías renovables, ya sean estos solares, eólicos y por biomasa.

En el capítulo 4 se han planteado la factibilidad técnico –económico de considerar alternativas energéticas para la electrificación del pueblo de TZENKEANKAS – MÉNDEZ:

- Grupo hibrido diesel- eólico
- Grupo hibrido diesel-fotovoltaico.

Estas alternativas energéticas son técnicamente factibles de desarrollar, toda vez que existan los recursos económicos.

El resultado del análisis técnico económico arrojó resultados para la instalación de un sistema hibrido diesel-eólico el cual, fuera de ser el de menor costo desde el punto de vista del energético, es esencial para disminuir las emanaciones de CO2 que podría ocasionar la introducción de una generación termoeléctrica para la totalidad de la demanda en el sector.

El capitulo 2 hace énfasis en el estudio del recurso disponible para generación fotovoltaica en el Ecuador, aquí se puede concluir que, en todas las zonas del país en la actualidad existe una radiación solar aceptable para la instalación de paneles solares fotovoltaicos. La pregunta a realizar es ¿tendrán capacidad adquisitiva los pobladores de TZENKEANKAS para el pago del consumo eléctrico que pueda ser viable la construcción de un sistema de generación de energía renovable?

Por esa razón el sistema de generación híbrido diesel-eólico en algunos casos, constituyen soluciones óptimas y en ningún caso la central fotovoltaica por sus elevados costos de instalación.

Esta alternativa tiene una diferencia económica importante, frente a la solución optima encontrada.

Además, los pobladores o consumidores, por los niveles de consumo se encontrarían dentro de la posibilidad de mantener y operar estos sistemas de autogeneración, los cuales le darían la posibilidad de mejorar sus condiciones de vida al encontrarse mejor conectados a la modernidad, en especial para una mejor atención en el sector de la salud y educación con la utilización del instrumental eléctrico idóneo para su aprovechamiento. Por lo cual con mayor razón los habitantes de estas comunidades podrían optar por esta alternativa energética.

De esto se concluye que, las familias de la comunidad antes mencionada con una ayuda financiera gubernamental inicial en la implementación, capacitación y adiestramiento hacia los pobladores, estarían en la capacidad de asumir posteriormente el mantenimiento y operación de su propio sistema eléctrico. Además cabe mencionar que la utilización de sistemas híbridos diesel-eólico son utilizados con mayor frecuencia, ya que la generación termoeléctrica como parte de este híbrido nos brinda un alto porcentaje de confiabilidad para la continuidad y calidad del servicio eléctrico.

La inversión de este proyecto puede ser financiada por el FERUM (Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal), toda vez que en el momento actual, el Gobierno Central está interesado en desarrollar la electrificación rural de todo el país en forma intensiva.

De acuerdo a lo mencionado, la empresa eléctrica concesionaria del lugar, debe incluir en sus programas de electrificación rural proyectos por medio del FERUM para ser presentados al CONELEC, entidad que tiene la responsabilidad de analizar y aprobar estos proyectos.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que el proyecto de electrificación de la comunidad de TZENKEANKAS sea financiado por el FERUM como la alternativa más conveniente y que se incluya como un proyecto de electrificación rural de la empresa concesionaria de ese lugar, buscando el beneficio de todos los pobladores y su sostenibilidad en el tiempo.

Se recomienda intensificar el tratamiento del piñón para la creación de biocombustible, para disminuir el uso de combustible fósil y contribuir a la disminución de las emanaciones de CO2, que es causante de los efectos invernaderos a nivel mundial.

Se recomienda al gobierno actual y a sus respectivas entidades de regulación como el CONELEC, continuar con las negociaciones con organizaciones con poder económico preocupados por el ecosistema, para que en conjunto con el Estado Ecuatoriano, continúen financiando proyectos de generación de Energías Renovables ya sean estos , sistemas híbridos o generación netamente renovable, como lo están haciendo los países de primer mundo como Holanda ,Estados Unidos, España, y así de una vez por todas desaparecer la transportación de combustible fósil en grandes cantidades para la generación eléctrica evitando así, riesgos de derrames de combustible que pueden ocasionar repercusiones ambientales irreversibles, especialmente en lugares protegidos por su reserva natural invaluable como lo es en las islas Galápagos, cuyo sistema híbrido diesel-eólico poco a poco irá ganando terreno, con la meta de equilibrar el porcentaje de contribución del eólico con respecto al térmico sobre la demanda de este sector.

ABREVIATURAS

CATEG	Corporación para la Administración Eléctrica de Guayaquil
CENACE	Centro Nacional de Control de la Energía
CM	Costo Marginal
CONELEC	Consejo Nacional de Electricidad
DE	Decreto Ejecutivo
FERUM	Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal
FS	Fondo de Solidaridad
INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación
KM	Kilometro
KV	Kilovoltio
KVA	Kilovoltio Amperio
KW	Kilovatio
KWH	Kilovatio-Hora
LRSE	Ley de Régimen del Sector Eléctrico
MEER	Ministerio de Electricidad y Energía Renovable
MEF	Ministerio de Economía y Finanzas
MEM	Mercado Eléctrico Mayorista
MVA	Megavoltio Amperio
MVAR	Megavoltio Amperio Reactivo
MW	Megavatio
MWH	Megavatio hora
PMPD	Potencia Media Puesta a Disposición
PRG	Precio Referencial de Generación
RAP	Reserva Adicional de Potencia
RSF	Regulación Secundaria de Frecuencia
SIN	Sistema Nacional Interconectado
SNT	Sistema Nacional de Transmisión
S/E	Subestación
TIE	Transacción Internacionales de Electricidad de Corto Plazo
UPME	Unidad de Planeación Minera Energética de Colombia
V	Voltaje

VAD Valor Agregado de Distribución

GLOSARIO

ANEMOMETRO: .....……. Aparato meteorológico que se usa para la predicción del tiempo y, específicamente, para medir la velocidad del viento.

AEROGENERADOR: …….. Es un generador eléctrico movido por una turbina accionada por el viento (turbina eólica). Sus precedentes directos son los molinos de viento que se empleaban para la molienda y obtención de harina. En este caso, la energía eólica, en realidad la energía cinética del aire en movimiento,

AUTO PRODUCTOR:…….. Productor independiente de electricidad que produce energía eléctrica para su propio consumo, pudiendo tener excedente a disposición de terceros o del mercado eléctrico mayorista a través del sistema nacional interconectado.

BIOCOMBUSTIBLE: .....…… Instalaciones y equipos del Sistema del Distribuidor que operan a voltajes inferiores a los 600 voltios.

CLIENTE:..…… Todo usuario que tiene un suministro eléctrico y se le emite una factura mensual por consumo.

COMERCIALIZACION:…… Venta de Energía Eléctrica a los consumidores, consistiendo en la medición del consumo, facturación, cobranza y utilización de la energía.

CONCESION:……. Es el acto administrativo por el cual el CONELEC, a nombre del Estado ecuatoriano, otorga a una persona jurídica el derecho de ejercer la actividad de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica.

CONSUMIDOR:……	Persona Natural o jurídica que recibe el servicio eléctrico debidamente autorizado por el generador o distribuidor, dentro del área de concesión. Incluye al consumidor final y al gran consumidor.
CONSUMIDOR COMERCIAL:……..…	Persona Natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para fines de negocio, actividades profesionales o cualquier otra actividad con fines de lucro.
CONSUMIDOR INDUSTRIAL:….……	Persona Natural o jurídica, pública o privada, que utiliza los servicios de energía eléctrica para la elaboración o transformación de productos por medio de cualquier proceso industrial.
COSUMIDOR REGULADO:……..	Consumidor ubicado en el área de servicio de un distribuidor, cuyo abastecimiento de electricidad esta sujeto a las regulaciones y tarifas establecidas en la ley.
COSTO MARGINAL DE ENERGIA:..….	Es el costo marginal de generación, calculado para cada hora.
CURVA DE CARGA REPRESENTATIVA:……..	Es el acto administrativo por el cual el CONELEC, a nombre del Estado ecuatoriano, otorga a una persona jurídica el derecho de ejercer la actividad de generación, transmisión o distribución de energía eléctrica.

DENSIDAD:…….. La **densidad** o *densidad absoluta* es la magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo por metro cúbico (kg/m^3), aunque frecuentemente se expresa en **g/cm^3**. La densidad es una magnitud intensiva.

DESPACHO ECONOMICO:……..… Es la asignación específica de carga a las unidades de generación para lograr el suministro de energía de mayor economía en condiciones de confiabilidad, atendiendo las variaciones de la oferta y la demanda.

DISTRIBUIDOR:…….…..…… Empresa eléctrica titular de una concesión que asume, dentro de su área de concesión, la obligación de prestar el servicio público de suministro de electricidad a los consumidores finales.

ENERGIA RENOVABLE:…… Energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, unas por la inmensa cantidad de energía que contienen, y otras porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

EMPRESA ELECTRICA:……. Persona jurídica pública o privada cuyo objetivo social principal es la realización de alguna de las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de electricidad.

FERUM:..…….. Fondo de Electrificación Rural y Urbano Marginal.

GENERADORA:……..	Empresa eléctrica titular de una concesión o permiso para la explotación económica de una o varias centrales de generación eléctrica de tipo y que coloca su producción total o parcialmente en el sistema de transmisión o en la red de distribución.
LEY DE REGIMEN DEL SECTOR ELECTRICO:……	Ley de Régimen del Sector Eléctrico en vigencia y sus reformas. Ley promulgada en el Registro Oficial No. 43 (suplemento) del 10 de octubre 1996.
METEOROLOGIA:……..	Estudia el estado momentáneo que existe sobre zonas de gran extensión y observa la propagación de cada uno de estos fenómenos sobre la tierra dentro del término de horas, días o meses de un año determinado.
MULTIPLALAS:……..……	Tipo aerogenerador de baja velocidad caracterizado por su gran número de palas, y por la disposición del eje de giro perpendicular a la velocidad del
SISTEMA ELECTRICO:…….	Es el conjunto conformado por las centrales de generación, el sistema de transmisión (líneas de alta tensión y subestaciones) y las redes de distribución, así como sus equipos asociados.

SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO (SNI):…… Es el sistema integrado por los elementos del sistema eléctrico conectados entre si y por las cargas eléctricas de los consumidores, el cual permite la producción y transferencia de energía eléctrica entre centros de generación y centros de consumo, dirigido a la prestación del servicio publico de suministro de electricidad.

SISTEMAS HIBRIDOS:..…… Son los sistemas de generación que están compuestos por distintos tipos de generadores, entre ellos se pueden destacar los siguientes:

- Paneles fotovoltaicos
- Aerogenerador
- Pilas de combustible
- Biomasa
- Mini centrales hidráulicas.

VELETA:……... Dispositivo giratorio que consta de placa plana vertical que gira libremente, un señalador que indica la dirección del viento y una cruz horizontal que indica los puntos cardinales. Se ubica generalmente en lugares elevados y su diseño puede ser muy variado.

VIENTO:…….…. Movimiento del aire que está presente en la atmósfera, especialmente, en la troposfera, producido por causas naturales. Se trata de un fenómeno meteorológico.