



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y**  
**APLICADAS**

**TESIS DE GRADO PREVIA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO ELECTROMECAÁNICO**

**TEMA:**

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”

**AUTORES:**

Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth

Taipe Mora Estuardo Alexander

**DIRECTOR DE TESIS:**

Mg. C. Ing. Álvaro Santiago Mullo

**ASESOR METODOLÓGICO DE TESIS:**

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

LATACUNGA – ECUADOR

2016



## FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, l@s postulantes:

- Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth
- Taipe Mora Estuardo Alexander

Con la tesis, cuyo título es:

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”

Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 19 de Febrero del 2016

Para constancia firman:

  
M. Sc. Ing. Cristian Gallardo  
**PRESIDENTE**

  
Dr. Marcelo Bautista  
**MIEMBRO**

  
M. Sc. Ing. Raúl Reinoso  
**OPOSITOR**

  
M.Sc. Ing. Álvaro Mullo  
**TUTOR (DIRECTOR)**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015”**

Como también ideas, análisis, cálculos, conclusiones, recomendaciones, ejecución del proyecto, uso bibliográfico, planos, anexos y demás son de exclusiva responsabilidad de los autores, dando la respectiva cita y validez por uso de información de los mismos, en cuanto el presente proyecto se encuentra orientado al beneficio de la comunidad de la Hacienda ubicada en el sector de Pansache mediante la utilización de energía eólica.

Natalia Quevedo Chanatsig  
C.I. 0503402273

Estuardo Taipe Mora  
C.I. 0503016396



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

Yo, Ing. Álvaro Mullo en calidad de Director de Tesis y cumpliendo con expuesto en el capítulo IV, Art. 9, literal f: del reglamento de graduación en el nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

INFORMO QUE: el grupo de postulantes conformado por la Srta. Natalia Elizabeth Quevedo Chanatasig y el Sr. Estuardo Alexander Taipe Mora, egresados de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingenieros en Electromecánica con el tema:

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”**

En virtud de lo antes expuesto considero que los egresados se encuentran habilitados para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Latacunga, 19 de Febrero del 2016

Mg. C. Ing. ÁLVARO SANTIAGO MULLO QUEVEDO

**Director de Tesis**



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO DE TESIS

Yo, Dr. Galo Terán en calidad de Asesor Metodológico de Tesis y cumpliendo con expuesto en el capítulo IV, Art. 9, literal f: del reglamento de graduación en el nivel de pregrado de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

INFORMO QUE: el grupo de postulantes conformado por la Srta. Natalia Elizabeth Quevedo Chanatasig y el Sr. Estuardo Alexander Taipe Mora, egresados de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; han desarrollado su trabajo de investigación previo a la obtención del Título de Ingenieros en Electromecánica con el tema:

**“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”**

En virtud de lo antes expuesto considero que los egresados se encuentran habilitados para presentarse al acto de la defensa de tesis.

Latacunga, 19 de Febrero del 2016

---

Dr. Galo Patricio Terán Ortiz

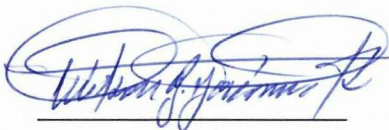
**Asesor Metodológico de Tesis**

## CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN

Yo, Wilson Germánico Jácome Reinoso portadora de C.I. 0501483408, en mi calidad de Presidente de la Asociación en la Hacienda El Tejar Miraflores Pansache, tengo a bien CERTIFICAR que la Srta. Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth, portador de la cédula de ciudadanía N° 050340227-3 y el Sr. Taipe Mora Estuardo Alexander portador de la cédula N° 050301639-6, realizaron el **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”**

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los interesados hacer uso del presente en la forma que estimen con viniente a sus intereses, siempre y cuando se use en forma legal.

Latacunga, 19 de Febrero del 2016



Wilson Jácome

**Presidente de la Asociación**

## **AGRADECIMIENTO**

El presente trabajo de tesis primeramente me gustaría agradecerle a ti Dios por bendecirme para llegar hasta donde he llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.

Este trabajo de tesis realizado en la Universidad Técnica de Cotopaxi es un esfuerzo en el cual, directa o indirectamente participaron distintas personas opinando, corrigiendo, teniendo paciencia, dando ánimos, acompañando en los momentos de crisis y en los momentos de felicidad, este trabajo me ha permitido aprovechar la competencia y la experiencia de muchas personas que deseo agradecer en este apartado

En primer lugar a mi director de tesis .Msc. Álvaro Mullo mi agradecimiento por haber confiado este trabajo en mi persona por su paciencia ante mi inconsistencia, por su valiosa dirección y apoyo para seguir este camino de tesis y llegar a la conclusión del mismo.

Son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, ánimo y compañía en los momentos más difíciles de mi vida.

Natalia Quevedo

## **AGRADECIMIENTO**

El Presente trabajo de tesis, Agradezco a Dios por bendecirme y haber podido llegar hasta estas instancias y poder hacer realidad un sueño más:

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, a la Carrera de Ingeniería Electromecánica, a mis Profesores quienes supieron guiarme con firme conocimientos para poder ser parte de esta casa del saber en mi Formación profesional.

A mi director de tesis, Ing. Álvaro Mullo por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en mí una formación profesional acorde a las condiciones, parámetros, y exigencia de la carrera.

A toda mi familia y en especial a mi esposa la Lcda. Nelly Toapanta por formar parte en mi vida ya que de una u otra forma fueron mi apoyo y motivación para continuar con mi carrera y ahora gracias a todos ellos he llegado a cumplir mi meta.

Y por último a mis amigos y compañeros de estudio con quienes compartí momentos de inmensas alegrías siempre los llevare en mi corazón.

Estuardo Taipe

## DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mi Dios y a la Virgen quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la seriedad ni desfallecer en el intento.

A mi familia quienes por ellos soy lo que soy. Para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, ayuda en los momentos difíciles, y por ayudarme con los recursos necesarios para estudiar. Me han dado todo lo que soy como persona, mis valores, mis principios, mi carácter, mi empeño, mi perseverancia, mi coraje para conseguir mis objetivos.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome para poderme realizar.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar (J.H) y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

Natalia Quevedo

## DEDICATORIA

Esta tesis se la dedico a mi Dios quién supo llevarme por el buen camino, el mismo que me ha llevado hasta ese punto de mi vida, me supo darme fuerzas para seguir y no desmayar en las adversidades y retos que se presentaban diariamente, enseñándome a encarar las dificultades y encontrarlas su solución sin perder nunca el horizonte.

Con todo mi cariño y amor este trabajo también va dedicado a: A mis padres por ser uno de mis pilares fundamentales y motivacionales, claro ejemplo de lucha y perseverancia para culminar con mis metas, a cada uno de mis hermanos por darme la fortaleza de encaminarme hacia una vida profesional y no desmayar, a mi esposa e hijas por su apoyo incondicional el cual es eje fundamental de mi vida y para cumplir esta meta, también al mayor de mis hermanos quien fue mi compañero y amigo, durante el transcurso de este caminar por la senda universitaria.

Estuardo Taipe

## ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
AUTORÍA.....	ii
AVAL DE DIRECTOR DE TESIS .....	iii
AVAL DEL ASESOR METODOLÓGICO DE TESIS .....	iv
CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN.....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
DEDICATORIA .....	viii
DEDICATORIA .....	ix
ÍNDICE GENERAL .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE TABLAS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
AVAL DE TRADUCCIÓN .....	xviii
INTRODUCCIÓN .....	xix
CAPÍTULO I .....	1
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Antecedentes Investigativos.....	1
1.2. INDICADORES DEL SISTEMA .....	3
1.2.1. Indicador Independiente.....	3
1.2.2. Indicador Dependiente .....	4
1.3. RECURSO RENOVABLE .....	4
1.3.1. Definición.....	4
1.4. ENERGÍAS RENOVABLES.....	5
1.4.1. Aspectos Medio Ambientales.....	6
1.5. TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE.....	6
• Energía Eólica .....	7
• Energía proveniente de la Biomasa .....	8

1.6.	IMPORTANCIA DE LA ENERGIA RENOVABLE.....	9
1.7.	ENERGÍA EÓLICA.....	10
1.7.1.	Definición.....	10
1.7.2.	El Viento .....	13
1.7.3.	Relación de potencias de generación eólica en el Ecuador .....	14
1.7.4.	Características del viento .....	14
1.7.4.1.	Fuerza Coriolis .....	14
1.7.4.2.	Desviación de la Fuerza Coriolis .....	15
➤	LEY EXPONENCIAL DE HELLMANN .....	16
1.8.	EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO .....	17
1.8.1.	Turbulencia.....	17
1.8.2.	Intensidad de turbulencia .....	18
1.9.	AEROGENERADORES.....	19
1.9.1.	Tipos de aerogeneradores.....	20
1.10.	PEQUEÑAS CENTRALES EÓLICAS EN EL ECUADOR .....	22
1.10.1.	Proyecto Eólico Villonaco .....	22
1.10.2.	Parque Eólico San Cristobal.....	23
1.10.3.	Componentes del Sistema Eólico .....	24
1.10.3.1.	Sistema eólico de generación .....	24
1.11.	PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO.....	25
1.11.1.	Generación eólica.....	25
1.12.	PARTES DE UN SISTEMA EÓLICO .....	26
1.13.	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO, CONVERSION Y CONTROL.....	27
1.14.	VIDA UTIL.....	30
1.15.	MARCO LEGAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR.....	30
	CAPÍTULO II .....	33
2.	ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	33
2.1.	ESTUDIO GEOGRÁFICO DEL SITIO DEL PROYECTO .....	33
2.1.2.	Estudio de la velocidad del viento.....	34
2.2.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	35
2.2.2.1.	Método inductivo .....	35

2.2.2.2.	Método Deductivo.....	36
2.2.3.1.	La Observación .....	36
2.3.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	38
2.4.	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.....	38
2.5.	VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	39
2.5.1.	Enunciado.....	39
2.5.2.	Hipótesis nula.....	39
2.5.3.	Comprobación de la hipótesis .....	39
2.5.4.	Regla de decisión .....	39
	CAPÍTULO III.....	41
3.	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	41
3.1.	TEMA.....	41
3.2.	PRESENTACIÓN .....	42
3.3.	JUSTIFICACIÓN.....	42
3.4.	OBJETIVOS.....	44
3.4.1.	Objetivo General .....	44
3.4.2.	Objetivos Específicos .....	44
3.5.	ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD .....	44
3.5.1.	Factibilidad Técnica .....	44
3.5.2.	Factibilidad Operacional .....	45
3.5.3.	Factibilidad Económica.....	46
3.6.	DESARROLLO DE LA PROPUESTA .....	48
3.6.1.	Estudio Eólico .....	48
3.6.1.1.	Dirección del viento en el Páramo de Pansache.....	75
3.6.2.	Validación de datos del proyecto contra datos del INAMHI .....	75
3.6.3.	Validación de datos del viento entre el proyecto y el Aeropuerto de Cotopaxi .....	76
3.6.4.	Análisis del requerimiento energético.....	78
3.7.	CÁLCULO DE POTENCIAL .....	79
3.7.1.	Cálculo de Potencial eólico .....	79
3.8.	DETERMINACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN .....	80
3.8.1.	Determinación de la potencia del aerogenerador .....	80
3.9.	RELACIÓN DE TURBULENCIA .....	81

3.10.	VIDA ÚTIL DEL EQUIPO .....	83
3.11.	RELACIÓN DE DATOS ENTRE EL PROYECTOS Y EL INAMHI .....	84
3.12.	EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONTAJE DEL SISTEMA .....	84
	CONCLUSIONES .....	87
	RECOMENDACIONES:.....	88
	BIBLIOGRAFÍA .....	89
	Citada .....	89
	Linkografía.....	91
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	93
	ANEXOS .....	99
	ANEXO 1	
	ANEXO 2	
	ANEXO 3	
	ANEXO 4	
	ANEXO 5	
	ANEXO 6	
	ANEXO 7	
	ANEXO 8	
	ANEXO 9	
	ANEXO 10	
	ANEXO 11	
	ANEXO 12	
	ANEXO 13	
	ANEXO 14	
	ANEXO 15	
	ANEXO 16	
	ANEXO 17	
	ANEXO 18	
	ANEXO 19	
	ANEXO 20	

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1.1:</b> Interpretación de la variable independiente .....	3
<b>FIGURA 1.2:</b> Interpretación de la variable dependiente .....	4
<b>FIGURA 1.3:</b> Energía Fotovoltaica .....	7
<b>FIGURA 1.4:</b> Energía Eólica .....	8
<b>FIGURA 1.5:</b> Energía Procedente de la Biomasa.....	9
<b>FIGURA 1.6:</b> Energía Eólica.....	11
<b>FIGURA 1.7:</b> Fuerza Coriolis.....	15
<b>FIGURA 1.8:</b> Turbulencia en el espacio.....	18
<b>FIGURA 1.9:</b> Aerogeneradores de Eje Horizontal .....	21
<b>FIGURA 1.10:</b> Sistema Eólico.....	24
<b>FIGURA 1.11:</b> Generación Eólica .....	25
<b>FIGURA 1.12:</b> Partes del Aerogenerador .....	27
<b>FIGURA 1.13:</b> Inversor de Corriente .....	28
<b>FIGURA 1.14:</b> Regulador de Carga.....	29
<b>FIGURA 1.15:</b> Banco de Baterías.....	29
<b>FIGURA 3.1:</b> Velocidad de Octubre.....	51
<b>FIGURA 3.2:</b> Velocidad de Noviembre .....	53
<b>FIGURA 3.3:</b> Velocidad de Diciembre.....	55
<b>FIGURA 3.4:</b> Velocidad de Enero .....	57
<b>FIGURA 3.5:</b> Velocidad de Febrero .....	59
<b>FIGURA 3.6:</b> Velocidad de Marzo .....	61
<b>FIGURA 3.7:</b> Velocidad de Abril .....	63
<b>FIGURA 3.8:</b> Velocidad de Mayo .....	65
<b>FIGURA 3.9:</b> Velocidad de Junio.....	67
<b>FIGURA 3.10:</b> Velocidad de Julio.....	69
<b>FIGURA 3.11:</b> Velocidad de Agosto.....	71
<b>FIGURA 3.12:</b> Velocidad de Septiembre .....	73
<b>FIGURA 3.13:</b> Velocidad del Estudio Eólico.....	74
<b>FIGURA 3.14:</b> Dirección del Viento .....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>TABLA 1.1:</b> Relación de Potencias .....	14
<b>TABLA 1.2:</b> Valores del Exponente de Hellmann.....	16
<b>TABLA 2.1:</b> Datos del tiempo de Estudio .....	38
<b>TABLA 3.1:</b> Relación de Factibilidad.....	45
<b>TABLA 3.2:</b> Fecha Técnica .....	47
<b>TABLA 3.3:</b> Relación de Factibilidad .....	48
<b>TABLA 3.4:</b> Estudio Eólico de Octubre .....	50
<b>TABLA 3.5:</b> Estudio Eólico de Noviembre .....	52
<b>TABLA 3.6:</b> Estudio Eólico de Diciembre .....	54
<b>TABLA 3.7:</b> Estudio Eólico de Enero.....	56
<b>TABLA 3.8:</b> Estudio Eólico de Febrero.....	58
<b>TABLA 3.9:</b> Estudio Eólico de Marzo.....	60
<b>TABLA 3.10:</b> Estudio Eólico de Abril.....	62
<b>TABLA 3.11:</b> Estudio Eólico de Mayo.....	64
<b>TABLA 3.12:</b> Estudio Eólico de Junio .....	66
<b>TABLA 3.13:</b> Estudio Eólico de Julio .....	68
<b>TABLA 3.14:</b> Estudio Eólico de Agosto.....	70
<b>TABLA 3.15:</b> Estudio Eólico de Septiembre.....	72
<b>TABLA 3.16:</b> Tiempo de Estudio Eólico.....	74
<b>TABLA 3.17:</b> Relación de Datos .....	77
<b>TABLA 3.18:</b> Demanda Energética .....	79
<b>TABLA 3.19:</b> Resumen de Equipos.....	85



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DECOTOPAXI**  
**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA**  
**Y APLICADAS CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

---

**TEMA: “ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”**

**AUTORES:**

Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth

Taípe Mora Estuardo Alexander

**RESUMEN**

El presente proyecto describe el análisis de potencial eólico, con el fin de establecer los conocimientos obtenidos, la denotación de los elementos que intervienen para generar energía eléctrica y el funcionamiento detallado de cada uno de los elementos comprometidos en el sistema de generación eólico. El aprovechamiento de los recursos naturales y en particular el recurso eólico que tiene la provincia en los páramos de Pansache, dan la pauta para aplicar los métodos de conversión, de eólica a mecánica y de esta a energía eléctrica para alcanzar este objetivo. El sistema consta de partes mecánicas, eléctricas, electrónicas y de almacenamiento, las cuales conforman un sistema de generación eléctrica. El fortalecimiento de este proyecto está en la satisfacción del beneficiario de forma directa, en virtud de poder cambiar la realidad energética de estos sectores rurales, y lograr de manera muy congratulada la Vinculación de la Universidad con el Pueblo, el cual es el pilar mismo de esta institución. El análisis viene dado mediante la obtención de datos del viento en el punto mismo del proyecto, y la cuantificación y demostración del cálculo matemático, lo cual asevera que los recursos naturales del Páramo de Pansache son factibles para la implementación de un sistema eólico, para beneficio de las personas que habitan en esta hacienda cabe recalcar que las personas que habitan en este lugar ocuparan diariamente el servicio de energía eléctrica como ( luz, radio, TV, ) entre otras necesidades.

**DESCRIPTORES:** Datos de velocidad de viento, Aerogenerador en el Páramo Pansache, Generación Eólica.



**COTOPAXI TECHNICAL UNIVERSITY**  
**ACADEMIC UNIT OF SCIENCES OF THE ENGINEERING**  
**AND APPLIED CAREER OF ENGINEERING IN ELECTROMECHANICAL**

---

**TOPIC: “STUDY AND ANALYSIS OF WIND AND SOLAR POTENTIAL FOR THE IMPLEMENTATION OF A HYBRID ELECTRIC GENERATION SYSTEM BASED ON THE USE OF ALTERNATIVE ENERGY IN THE MOOR CHALUPAS, 2015 PERIOD.”**

**AUTHORS:**

Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth

Taípe Mora Estuardo Alexander

**ABSTRACT**

This project describes the analysis of eolian POWER POTENTIAL, in order to establish the acquired knowledge, the denotation of the elements involved for generating electricity and the detailed analysis of each element involved in the eolian power generation system. The use of natural resources and the wind resource in particular that has the province into the moors of Pansache provide the pattern to apply the methods of conversion, from eolian energy to mechanical energy and thus to electrical energy for achieving the researchers' goal. The system consists of mechanical, electrical, electronic and storage parts, which make up a power generation system. Strengthening of this project is beneficiary's satisfaction directly, in order to be able to change the energy situation of these rural areas, and to achieve the Linking role of University with People, which is an important pillar of this institution. The analysis is given by obtaining eolian data at the same point of the project, and the quantification and demonstration of mathematical calculation, which asserts that the natural resources in moors of Pansache are feasible for implementing an eolian system to benefit people who live in this farm; it should be emphasized that people who live in this place use electricity service daily such as: light, radio, TV, among other needs.

**KEYWORDS:** Wind speed data, Wind turbine at moors of Pansache, Eolian generation.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente de la Carrera de Ciencias de la Educación, Mención Inglés de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Certifico, que he realizado la revisión del Abstract, de la tesis elaborada por los alumnos: Quevedo Chanatasig Natalia Elizabeth y Taipe Mora Estuardo Alexander; con el tema: **“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”** El mismo que cumple con requerimientos técnicos gramaticales del idioma Inglés.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad; pudiendo hacer uso de la presente para los fines legales pertinentes.

Latacunga, 19 de Febrero del 2016

Lic. Wilmer Patricio Collaguazo Vega  
C.I. 1722417571

## INTRODUCCIÓN

En la historia de la humanidad siempre ha estado presente la utilización de las energías las cuales se encuentran presentes alrededor en un principio para la subsistencia para luego encajar en la vida del ser humano, y ser parte fundamental del avance tecnológico.

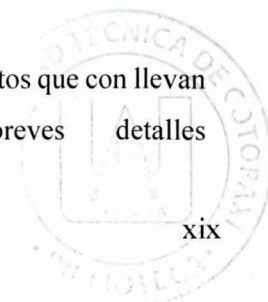
Esto se ha ido actualizando en función del tiempo mediante el análisis, estudios y pruebas de campo, que se han venido dando progresivamente. Así una de las metas del hombre en la actualidad es la transformación de la energía para el mejoramiento de la calidad de vida, sin obtener consecuencias secundarias y daños irreparables al ecosistema.

Lo cual lleva a centrar en las energías renovables y exactamente en el aprovechamiento de la energía eólica existentes en los páramos de Pansache de nuestro Ecuador, que por su ubicación son privilegiados en este tipo de energía.

Es así que el actual proyecto gira en función del análisis del potencial eólico mediante la toma de datos reales en un tiempo determinado, con la ayuda de instrumentos apropiados, los cuales guían para la correcta selección de los componentes necesarios en la implementación de un sistema eólico ajustado a las condiciones del viento de los Páramo de Pansache.

La recolección de datos en tiempo real, ha permitido ampliar los conocimientos sobre el principio de generación eléctrica a partir de la energía eólico, así como también los elementos que lo componen y la función que desempeñan en el proceso de generación de energía eléctrica, está constituida por la fundamentación teórica, parámetros necesarios de un sistema de generación eléctrica mediante el aprovechamiento del recurso eólico,

De igual manera en el primer capítulo se enfoca en los elementos que con llevan para su correcto funcionamiento; también se citar breves detalles



constitucionales, del país, se trata sobre el análisis e interpretación de resultados, de la misma manera contiene la selección tanto de los dispositivos mecánicos, eléctricos y electrónicos, la toma de datos en el sector mismo del proyecto, lo que permitió establecer la factibilidad del sistema eólico para la generación de energía eléctrica,

En el segundo capítulo se enfoca en el análisis mismo de los resultados obtenidos a través de los meses de investigación el estudio geográfico del sitio del proyecto los métodos de investigación utilizados para obtener la interpretación de los resultados, la verificación de la hipótesis, contiene la cuantificación del análisis eólico.

En el tercer capítulo de la misma forma se encuentra las tablas correspondientes a cada uno de los meses de investigación eólica de igual manera las gráficas de la velocidad del viento y el promedio los cálculos correspondientes para la factibilidad del proyecto el detalle económico del tiempo de estudio y del costo de implementación denominado, Factibilidad Económica, se adjunta también planos de la vivienda de la familia beneficiaria, anexos de la implementación, detalles del plan de mantenimiento de los equipos utilizados y su manual de operación.

# CAPÍTULO I

## 1. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se estudió conceptos principales sobre el aprovechamiento de las energías renovables como es la energía eólica, para la producción de energía eléctrica, se analizó la forma de trabajo de un sistema eólico, el funcionamiento de los equipos, de esa manera se obtuvo una fundamentación teórica necesaria para el análisis del potencial que se propuso realizar, el cual sirvió de ayuda para su respectiva implementación.

### 1.1. Antecedentes Investigativos

MOHR RIOSECO, RICARDO ALBERTO, que realizó el proyecto de Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería. "INSERCIÓN DE GENERADORES DE ENERGÍA RENOVABLE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN" año 2007, manifiesta que:

**“Energía renovable corresponde a cualquier energía que es regenerada en un corto periodo de tiempo y obtenida directamente del Sol (como Termal, Fotoquímica o Fotoeléctrica), indirectamente del Sol (como el viento, hidroeléctrica, energía fotosintética obtenida de la biomasa) o por algún otro movimiento natural y mecanismos del ambiente (Como geotérmica o de mareas). Las energías renovables no incluyen las derivadas de combustibles fósiles, de desechos de combustibles fósiles o de desechos de origen inorgánico”.**

(p 4)

Los sistemas eólicos se los designa de tal manera, debido al aprovechamiento que tienen sobre los flujos de aire de los distintos sectores donde se pretendan emplear, lo cual es un gran beneficio para las personas de las zonas rurales (páramos), debido a que en estos lugares este tipo de recurso (VIENTO) es más fuerte, e indistintamente del lugar a emplearse este tipo de sistemas es necesario realizar el respectivo estudio y decisión para así obtener energía eléctrica, de forma constatare y sin dañar al medio ambiente.

PARRA CALDERON, FREDDY EDMUNDO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Posibilidades de Generación de Energía Solar en el Ecuador”, en el año 2002, manifiesta que.

**“La Energía Eólica es la diferencia entre presión y temperatura de un lugar, genera los vientos. Cuando el aire se calienta, su densidad se hace menor, y sube, mientras que las capas frías descienden. Así se establece una doble corriente de aire, cuya velocidad es mayor mientras mayor sea la diferencia de temperatura entre las capas.”**

**(p 77)**

La energía eólica es la fuente en la cual se obtiene energía eléctrica mediante el viento, para realizar este tipo de proyecto se determinó la presión, densidad y la temperatura en base a instrumentos adecuados y la veracidad de los mismos mediante cálculos, con esto se dio la relación entre datos obtenidos y cálculos realizados para poder determinar las necesidades y la idoneidad del lugar.

SÁNCHEZ CAMPOS, TEODORO (1997), en su libro, Algunos Elementos Sobre la Energía Eólica, presentado en el “II Seminario Internacional sobre Energías Renovables”. Bolivia, manifiesta que:

**“La fuerza del viento ha sido aprovechado por los seres humanos desde las primeras civilizaciones para sus necesidades de fuerza y transporte.” (p 75)**

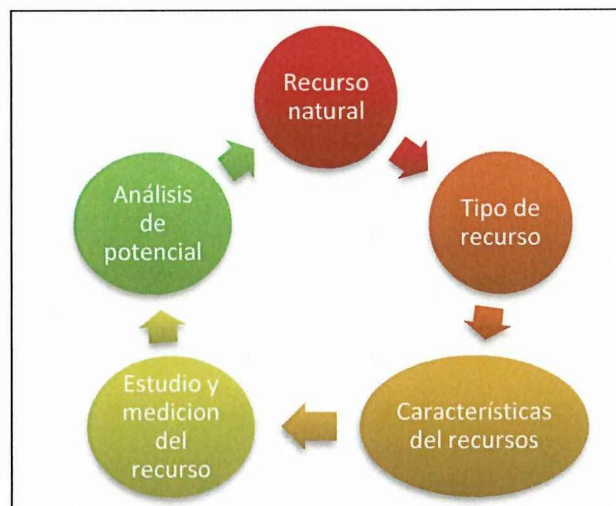
El viento es la variable de estado de movimiento del aire. En meteorología se estudia el viento como aire en movimiento tanto horizontal como verticalmente. Los movimientos verticales del aire es una característica de los fenómenos atmosféricos locales, como la formación de nubes de tormenta. La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas.

## 1.2. INDICADORES DEL SISTEMA

### 1.2.1. Indicador Independiente

Mediante el análisis y validación de esta variable, “ANÁLISIS DE POTENCIAL EÓLICO” se estudió el viento como recurso natural, el tipo y características del recurso se visualizó los datos en función de la velocidad del viento, el estudio y medición del recurso se usó los equipos necesarios, y la relación de los mismos se realizó el análisis de potencial mediante cálculos los cuales brindaron la posibilidad de tener mediciones reales en diferentes lapsos de tiempo.

**Figura 1.1.** INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE



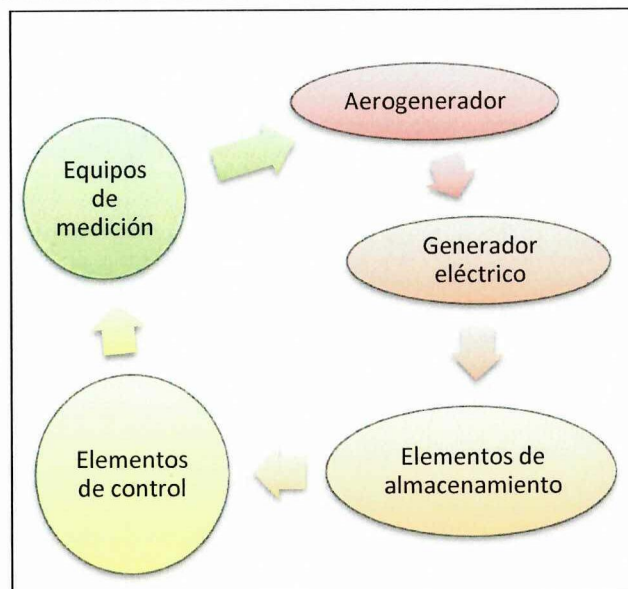
**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.

Taipe Mora, E.A. (2015)

### 1.2.2. Indicador Dependiente

En la variable dependiente “**GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA**”, y después de validar datos aprovechando el recurso natural eólico (viento), se analizó el aerogenerador los sistemas mecánicos, eléctricos y electrónicos que se encargaron del aprovechamiento de dicho recurso para convertirlo en energía eléctrica, con los equipos de medición se comprobó en diferentes escalas y unidades de medidas eléctricas.

**Figura 1.2.** INTERPRETACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE



**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## 1.3. RECURSO RENOVABLE

### 1.3.1. Definición

SCHALLENBERG RODRÍGUEZ, JULIETA, (2008, 1ra Ed.), en su libro Energías Renovables y Eficiencia Energética, Instituto Tecnológico de Canarias; manifiesta que:

**“Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana; se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades o reservas, agotables en un plazo más o menos determinado.” (p 46)**

Las energías renovables se caracterizan porque, en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil, no se consumen ni se agotan en una escala humana de tiempo. Entre estas fuentes están: la hidráulica, solar (térmica y fotovoltaica), eólica y la de los océanos. Además, dependiendo de su forma de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables aquellas provenientes de la biomasa y de fuentes geotérmicas.

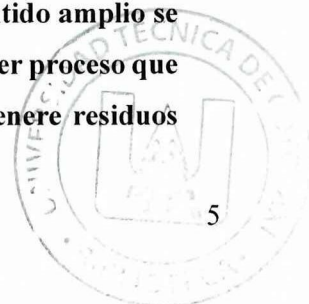
La energía eólica, transformada en energía mecánica ha sido históricamente aprovechada, pero su uso para la generación de energía eléctrica es más reciente. Existen aplicaciones de mayor escala desde mediados de los '70 en respuesta a la crisis del petróleo y a los impactos ambientales derivados del uso de combustibles fósiles.

#### **1.4. ENERGÍAS RENOVABLES**

Se denomina energía renovable aquella que a diferencia de la tradicional se obtiene de fuentes naturales cuyo potencial es prácticamente inagotable.

GÓMEZ PRIETO, JAVIER ORLANDO y ARREGUI PORTILLO, GUILLERMO, en su libro Energías Renovables y Empleo en la Comunidad Autónoma de Madrid: Situación actual; año (2009), manifiesta que:

**“Se conoce con el nombre de energías renovables a aquellas que son inagotables desde el punto de referencia de existencia de la humanidad, tengan o no su origen en el sol. En un sentido amplio se definen como: aquellas fuentes procedentes de cualquier proceso que no altere el equilibrio térmico del planeta, que no genere residuos**



**irrecuperables y que su velocidad de consumo no sea superior a la velocidad de regeneración de la fuente energética de la materia prima utilizada en dicho proceso”. (p 18)**

Con el pasar de los años la humanidad establece que hay alternativas para generar energía eléctrica gratuita, las cuales son las energías renovables que existen en todo el planeta una ellas es la energía eólica (viento).

#### **1.4.1. Aspectos Medio Ambientales**

HUGH RUDNICK VAN DE WYNGARD, Profesor Titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile. “ENERGIA EOLICA, LA GENERACION” en la Ciudad de Chile, año 2007, manifiesta que:

**“El beneficio principal es el desplazamiento de generación con centrales que utilizan combustibles fósiles, pues la generación eólica está libre de emisiones de gases. Si se considera el desplazamiento de generación por una central a carbón, la generación eólica estaría mitigando, por cada MWh producido, la emisión de 0,9 toneladas de CO<sub>2</sub> y 0,045 toneladas de SO<sub>2</sub>.” (p 90)**

La instalación de sistemas de generación eólica producen una baja sensible en los impactos medio ambientales en relación a sistemas de generación que usan combustibles fósiles, ya que los sistemas tradicionales dañan al ecosistema debido a la extensa ocupación de terrenos, impacto sobre la flora y fauna, impacto visual; los sistemas eólicos evitan estos tipos de daños y efectos negativos para el medio ambiente.

### **1.5. TIPOS DE ENERGÍA RENOVABLE**

SARDON, JOSÉ, en su libro titulado Energías Renovables para el Desarrollo (2008), manifiesta que: “Existen varios tipos de energía renovable”, a continuación se describen los más utilizados:

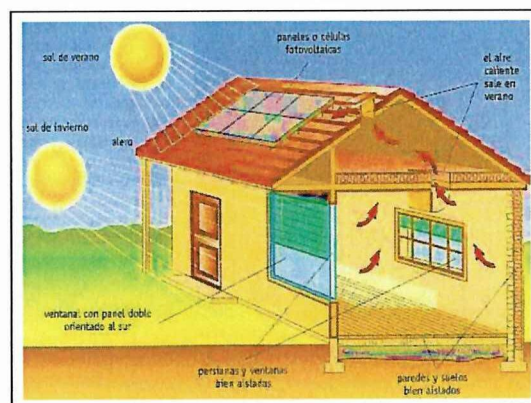
- **Energía Solar Térmica:**

También llamada energía fotovoltaica es una fuente de energía de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada célula solar de película fina.

Esta electricidad puede auto consumirse, la utilización habitual es en granjas o en casas rurales aisladas de la red, otro uso que puede darse a la electricidad producida es su venta a la red eléctrica.

Existe una normativa al respecto que obliga a las compañías eléctricas a comprar esta energía limpia durante toda la vida útil de la instalación y pagar una prima por ella. (Véase la Figura 1.3)

**FIGURA 1.3: ENERGÍA FOTOVOLTAICA**



Fuente: <http://www.tedesna.com/images/termica.jpg>

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

- **Energía Eólica**

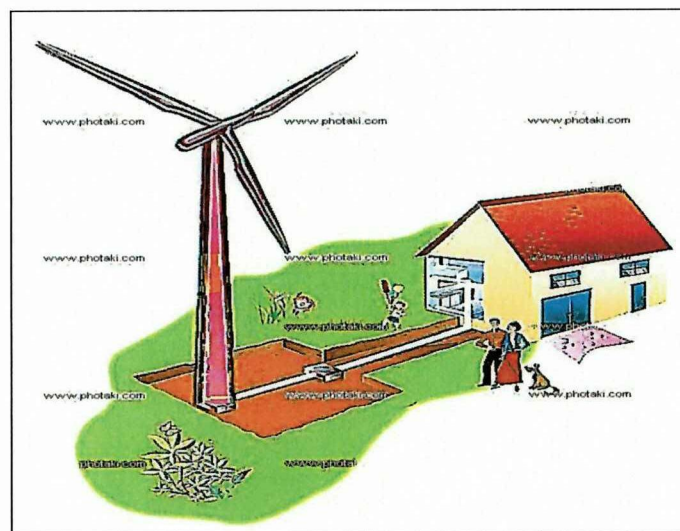
Es la energía cinética producida por el viento. A través de los aerogeneradores o molinos de viento se aprovechan las corrientes de aire y se transforman en electricidad. Dentro de la energía eólica, se puede encontrar la eólica marina, cuyos parques eólicos se encuentran mar adentro. En la actualidad, la energía

eólica es utilizada principalmente para producir electricidad mediante aerogeneradores, conectados a grandes redes de distribución de energía eléctrica.

Los parques eólicos construidos en tierra suponen una fuente de energía cada vez más barata, competitiva o incluso más barata en muchas regiones que otras fuentes de energía convencionales.

Adicionalmente se puede argumentar que es una energía inagotable, ya que el recurso principal se encuentra en todo lado y en constante movimiento. (Véase la Figura 1.4)

**FIGURA 1.4: ENERGÍA EÓLICA**



Fuente: <http://www.antusolar.cl/wp-content/EOLICAS.jpg>

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,

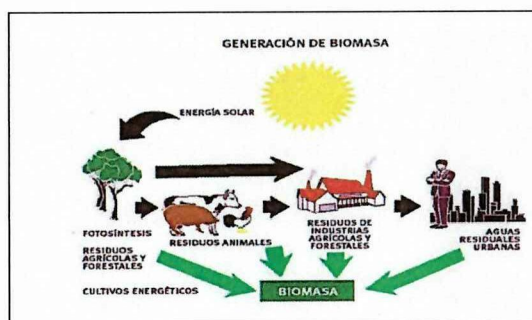
Taipe Mora, E.A. (2015)

- **Energía proveniente de la Biomasa**

Este tipo de energía procede del aprovechamiento de materia orgánica animal y vegetal o de residuos agroindustriales. Estos materiales, previo secado, se queman en calderas algo diferentes a las convencionales y también pueden

utilizarse restos de industrias como las madereras, o papeleras. (Véase la Figura 1.5)

**FIGURA 1.5: ENERGÍA PROCEDENTE DE LA BIOMASA**



Fuente: <http://icasasecologicas.com/wp-content/biomasa1.jpg>  
Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### 1.6. IMPORTANCIA DE LA ENERGIA RENOVABLE

ROLDAN VILORIA, JOSÉ (2008), en su libro titulado Energías Renovables, manifiesta que:

**“La energía renovable es la forma de resolución de un problema mundial ya que las energías renovables son una fuente natural que se puede reponer naturalmente en un corto período de tiempo. Algunas de las energías renovables son las que provienen de la energía del sol, la energía del viento, y la energía del agua y energía geotérmica”. (p 48)**

La energía renovable depende de fuentes que son gratis como son, viento, luz solar, el flujo de un río, y que está libre de usarlas mientras no se causen daños al ecosistema. Es importante aprovechar este tipo de fuentes de energía para el desarrollo de la humanidad, pues si se depende de fuentes fósiles (petróleo, gas, carbón, energía nuclear) se corre el peligro de depender del precio de estos combustibles como está sucediendo en la actualidad.

## 1.7. ENERGÍA EÓLICA

### 1.7.1. Definición

GARZÓN SORIA, CARLOS PABLO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Evaluación de Alternativas de Generación de Electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas.” En el Instituto Politécnico Superior José Antonio Echeverría, año (2010), manifiesta que:

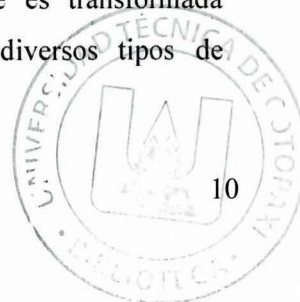
**“La fuerza del viento ha sido aprovechada por los seres humanos desde las primeras civilizaciones para sus necesidades de fuerza y transporte; la navegación en barcos de vela permitió que llegaran a sitios muy lejanos y que hicieran un intercambio de productos y culturas”. (p 11)**

La fuerza del viento como tal ha sido empleada en la antigüedad y en todo tiempo como un instrumento de transporte, y en este caso dicha fuerza es empleada para generar energía eléctrica a través del movimiento de un eje por medio de su captación a través de las aspas.

La energía eólica se obtiene a través de la energía cinética que es provocado por las corrientes de aire; esta energía, como la mayoría de energías renovables, depende en cierta forma de la energía solar.

Un generador eólico está constituido básicamente de un rotor (que incluye las hélices o aspas las cuales se encuentran conectadas al eje principal o rotor), una góndola (es donde se sitúa el generador eléctrico y freno) y la torre.

El rotor, por medio de un eje, se acopla a un generador eléctrico; aprovechando la energía cinética del viento que al chocar contra las aspas produce un movimiento en ellas obteniendo energía mecánica, que es transformada mediante un generador en energía eléctrica. Existen diversos tipos de



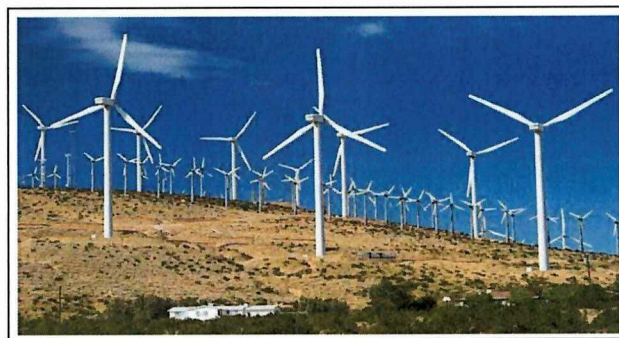
aerogeneradores pero el más utilizado es el aerogenerador con rotor horizontal, normalmente con tres paletas.

La altura de la torre es importante ya que la potencia del viento está en función del cubo de su velocidad y mientras más alto se ubica al rotor mayor es la fuerza del viento.

Para instalar un parque eólico la velocidad del viento no puede ser inferior a 10.8 km/h (3 m/s) ni ser superior a 54 km/h (15 m/s) ya que cualquier variación que eleve la velocidad puede perjudicar las hélices e incluso el rotor; actualmente existen equipos diseñados para este problema y cuando muestran estas diferencias de velocidades entra en funcionamiento un sistema de control, dejando al aerogenerador fuera de operación.

El uso de energía eólica ha crecido notablemente en los últimos años y es la más utilizada sobre todo en los países desarrollados, alcanzando nuevas tecnologías con mayor potencia energética en los equipos; cuando no está conectado a una red debe tener un sistema de almacenamiento de energía para poder utilizar la misma cuando no tenga la velocidad requerida para su operación. Véase (en la figura 1.6)

**FIGURA 1.6: ENERGÍA EÓLICA**



**FUENTE:** [https://www.google.com.ec/energia+eolica.](https://www.google.com.ec/energia+eolica)

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

➤ **Características fundamentales:**

GARZÓN SORIA, CARLOS PABLO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Evaluación de alternativas de generación de electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas.” En el Instituto Politécnico Superior José Antonio Echeverría, año (2011), manifiesta que:

- Esta energía crea dependencia directa de las condiciones climatológicas que cada zona posea para obtener la cantidad de potencia requerida.
- Se instalan generalmente en zonas costeras, alturas montañosas, islas o frente al mar.
- Un número de palas inadecuado puede incidir en un menor rendimiento (la estela que deja una la puede recoger la siguiente y frenarse); sin embargo, a mayor número de palas menor par de arranque.

➤ **Ventajas:**

- Es una energía limpia, evita el consumo de combustibles fósiles y de esta manera aporta contra el cambio climático.
- En la producción de energía eléctrica no emite gases tóxicos que afecte a la atmósfera y se elimina problemas de contaminación por transporte, extracción y combustión de combustibles fósiles lo que beneficia la no contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo.
- Reduce el intenso tráfico terrestre o marítimo cerca de las centrales y no es necesario la instalación de tuberías para el transporte de combustible, gas y otros.
- Estas energías pueden instalarse en sectores rurales creando fuentes de trabajo y ayudando al crecimiento e igualdad de servicios de cada población, ya que no es indispensable la conexión a una red de un sistema eléctrico.
- Es autóctona y universal existe en cualquier lugar del mundo.

➤ **Desventajas:**

- Necesitan amplios espacios para su operación, con grandes máquinas generadoras lo que perjudica el cultivo de las tierras para poder operar en este sector.
- Los parques eólicos causan un impacto estético, y alteran el paisaje en las zonas aledañas.
- Las aves pueden colisionar con las aspas causándoles la muerte; sin embargo se puede evitar estos accidentes pintando las aspas con colores claros.
- Alto costo de inversión inicial, aunque si se comparan con las energías tradicionales y evalúa sus costos por daños al medio ambiente, pueden estar en igual o menor costo.

**1.7.2. El Viento**

MALDONADO RIVERA, DIEGO Y DE JERONIMO TOROMORENO, DANIEL XAVIER, que realizaron el proyecto de tesis titulado Ubicación de un parque de Energía Eólica en la Costa Ecuatoriana, año (2008), manifiestan que:

**“Los vientos se originan debido a diferencias de temperatura y presión. Por un lado, a partir de diferencias de temperatura las masas de aire caliente tienden a ascender, y su lugar es ocupado por masas de aire frío, creando corrientes de aire que se desplazan en sentido horizontal por otro lado, a partir de diferencias de presión, se acelera el aire en la atmósfera y lo hacen descender hacia la superficie, creado los vientos.” (p 5)**

La diferencia de la presión y temperatura en diversos ambientes da origen al viento y sus variaciones de densidad, esto crea corrientes de aire con diversas características en las cuales la principal es las variaciones de velocidad con respecto a la variación que tiene con la altura, es así como se puede realizar estudios para saber si es posible generar energía.

Así se logra determinar la efectividad de la velocidad del viento en la relación a la generación de energía mediante el uso de molinos de viento, teniendo en cuenta siempre que *“QUE LA VELOCIDAD DEL VIENTO VARÍA CON LA ALTURA”*.

### 1.7.3. Relación de potencias de generación eólica en el Ecuador

**TABLA 1.1. RELACIÓN DE POTENCIAS**

PROYECTOS EOLICOS	POTENCIA DIA	SEMANA	MES	TRIMESTRE	AÑO
MINAS DE HUASCACHACA	1500W	10500W	45000W	135000W	547500W
MEMBRILLO	45W	315W	1350W	4050W	16200W
LAS CHINCHAS	10W	70W	300W	900W	3600W
MIRAFLORES-PANSACHE	750W	2100W	9000W	27000W	109500w
<b>TOTAL</b>					<b>184000w</b>

**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.

Taípe Mora, E.A. (2015)

Este cuadro muestra los proyectos eólicos existentes que tiene nuestro país y también el total de energía que se a hora al momento de implementar un aerogenerador total 18400w.

### 1.7.4. Características del viento

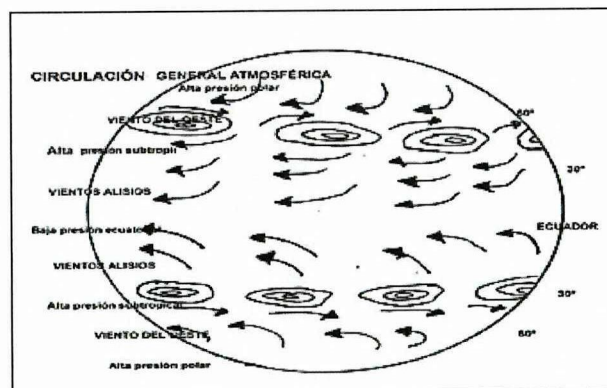
GARCÍA VÁZQUEZ, MIGUEL ÁNGEL, que realizó la tesis de maestría titulada “Aspectos Económicos, Tecnológicos y Ambientales de la Energía Eólica Para la Generación de Electricidad en México” en la Ciudad de México, año (2006), manifiesta que el viento tiene diferentes características, las cuales son:

#### 1.7.4.1. Fuerza Coriolis

La denominada fuerza de Coriolis influye en todos los fenómenos de traslación

que se realizan sobre la superficie de la tierra. Debido a su rotación, se genera una fuerza que, en el hemisferio Sur, desvía hacia el Este toda partícula en movimiento de Norte a Sur y hacia el Oeste a las que lo hacen de Sur a Norte. (Véase la Figura 1.7)

**FIGURA 1.7: FUERZA CORIOLIS**



FUENTE: [https://www.google.com.ec/Efecto Coriolis](https://www.google.com.ec/Efecto%20Coriolis)  
Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

En el hemisferio Sur la fuerza de Coriolis provoca desviaciones a la izquierda de los movimientos de las masas de aire y en el hemisferio Norte se produce lo contrario y la desviación se produce hacia la derecha.

#### 1.7.4.2. Desviación de la Fuerza Coriolis

La fuerza de Coriolis debido a la rotación del globo, los movimientos que se forman en el hemisferio norte es desviado hacia la derecha, en el hemisferio sur es desviado hacia la izquierda, si se mira desde la posición en el suelo.

El aire de la superficie que fluye en los cinturones de alta presión subtropicales en el Ecuador se desvía hacia el oeste en ambos hemisferios por la fuerza de Coriolis. Este movimiento atmosférico contiene energía cinética grande que puede usarse para beneficiar las personas.



➤ **LEY EXPONENCIAL DE HELLMANN**

HERNANDEZ RODRIGUEZ, CARLOS. (2008, 1ra Ed.), en su libro “Energías Renovables y Eficiencia Energética” del Instituto Tecnológico de Canarias, explica la aplicación de la Ley Exponencial de Hellmann así:

La velocidad del viento varía con la altura, siguiendo aproximadamente una ecuación de tipo estadístico, conocida como ley exponencial de Hellmann, de la forma de la **Ec. 1**:

$$\overline{V}_h = \overline{V}_a \left( \frac{H_h}{H_a} \right)^\alpha \quad \text{Ec. 1}$$

$\alpha$  = es el exponente de Hellmann que varía con la rugosidad del terreno, y cuyos valores vienen indicados en la **Tabla 1.1**.

$\overline{V}_a$  = velocidad media (m/s) del viento medida a intervalos cortos de tiempo a la altura donde se obtienen los datos  $H_a$  (en m).

$\overline{V}_h$  = velocidad media (m/s) del viento obtenida a intervalos cortos de tiempo a la altura deseada  $H_h$  (en m).

**Tabla 1.2.** VALORES DEL EXPONENTE DE HELLMANN

Característica de la superficie	Valor de la rugosidad ( $\alpha$ )
Lugares llano con hielo o hierba	$\alpha = 0,08$ a $0,12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0,14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0,13$ a $0,16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0,2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0,2$ a $0,26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$\alpha = 0,25$ a $0,4$

FUENTE. Energías Renovables, Hernández, C., 2008

El potencial eólico se determina mediante la **Ec. 2**

$$Potencial\ eólico = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot r^2 \cdot \pi \quad Ec. 2$$

Dónde:

$\rho$  = la densidad del aire en el sector

$v$  = la velocidad media del viento

$r$  = radio de giro de las aspas

$\pi$  = número phi

La variación de la densidad en el lugar de estudio está determinada por la **Ec.**

**(3).**

$$\rho = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-Z}{8435}\right) - \left(\frac{T-15}{288}\right)\right]} \quad Ec. 3$$

El valor Z es el valor de la altura en m.s.n.s. (metros sobre el nivel del suelo), y T es la temperatura promedio y estos valores se los obtiene del punto de posicionamiento del proyecto, donde se obtiene.

## 1.8. EVALUACIÓN DEL RECURSO EÓLICO

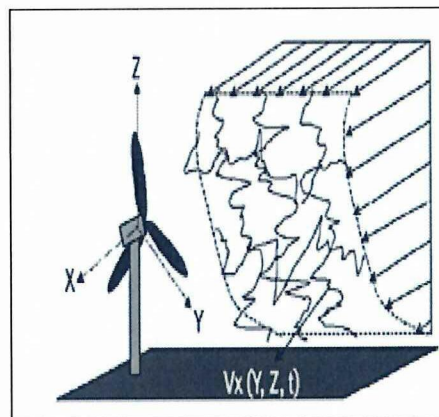
MUCIÑO MORALES, DAVID EDUARDO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Evaluación del Recursos Eólico en Ciudad Universitaria” en la Ciudad de México en el año 2009, manifiesta que:

### 1.8.1. Turbulencia

Las variaciones con muy alta frecuencia totalmente aleatorias se dice que son turbulentas. La turbulencia del viento puede tener una media relativamente constante durante períodos de tiempo de una hora o más, pero a lo largo de un periodo (minutos o menos) puede ser bastante variable.

Esta variación desordenada no sólo es temporal sino también espacial, de manera que la incidencia del campo velocidad del viento incide sobre un aerogenerador. (Véase figura 1.8)

**FIGURA 1.8** TURBULENCIA EN EL ESPACIO



**Fuente:** Evaluación Recurso Eólico, Muciño 2009  
**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### 1.8.2. Intensidad de turbulencia

El parámetro básico de la turbulencia es la intensidad de turbulencia, está definido por la relación de la desviación estándar de la velocidad y la media. En este cálculo ambas velocidades son obtenidas durante un período de tiempo más largo que el de las fluctuaciones de la turbulencia, pero más pequeños que los periodos asociados con otros tipos de variaciones de velocidad del viento tales como los efectos diurnos. El tamaño de este periodo es normalmente menor a una hora, y por convención igual a 10 minutos, la frecuencia de muestreo es normalmente de un segundo (1 [Hz]). Así la intensidad de turbulencia,  $TI$ , como se muestra en la **Ec.4**

$$TI = \frac{\sigma_v}{V} \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

$\sigma_v$  = es la velocidad estándar

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (V_i - V)^2} \quad \text{Ec. 5}$$

Donde:

n = número de registros

$V_i$  = velocidad instantánea

V = velocidad del viento promedio en el periodo

La intensidad de turbulencia normalmente se mantiene en el rango de 0.1 a 0.4. En general valores altos de intensidad de turbulencia ocurren con bajas velocidades de viento, pero el límite inferior en un emplazamiento dado dependerá de las características específicas del terreno y las condiciones de superficie en el sitio.

### 1.9. AEROGENERADORES

ROLAN VILORIA, JOSÉ. (2013), en su libro titulado “Energías Renovables lo que hay que saber”, manifiesta que:

**“Los aerogeneradores son máquinas que transforman la energía contenida en la fuerza del viento, en energía mecánica rotativa (palas y multiplicador mecánico), y está en energía eléctrica, por medio de un generador eléctrico”. (p 129)**

Los aerogeneradores son instrumentos mecánicos diseñados de tal manera que recoge la energía cinética del viento por medio de sus aspas o palas, haciendo girar estas un rotor en medio de un campo magnético producido por imanes, de esta manera se pone en práctica el principio de generación que dice que un conductor eléctrico que se mueva en presencia de un campo magnético, en él se inducirá un voltaje y es de esta manera que se obtiene energía eléctrica a través del viento.

### 1.9.1. Tipos de aerogeneradores

- **Generadores De Pequeña Potencia.**

Estos generadores se utilizan para embarcaciones marinas. Estos generadores están comprendidos entre los 180 y 300 vatios de potencia y producen corriente continua de 12-14 Voltios para los de menor potencia y de 120 - 240 Voltios para los de mayor. Este tipo de aerogeneradores es ideal para abastecer de energía eléctrica a viviendas aisladas de la red eléctrica, con bajos consumos.

- **Generadores De Gran Potencia.**

La división de energía capturada por un aerogenerador viene dada por el factor llamado coeficiente de potencia. Este coeficiente de potencia tiene un valor máximo.

- **Aerogeneradores De Eje Horizontal.**

Son aquellos en los que el eje de rotación del equipo se encuentra paralelo al piso. Todos los aerogeneradores de eje horizontal tienen su eje de rotación principal en la parte superior de la torre, que tiene que orientarse hacia el viento de alguna manera.

- **Aerogenerador De Eje Vertical**

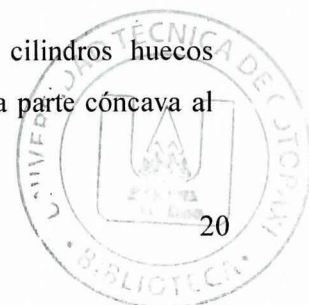
Son aquellos en los que el eje de rotación se encuentra perpendicular al suelo

- **Aerogenerador Tipo Darrieus**

Máquinas de rotor tipo Darrieus integrada por varias palas recta tiene la forma de un perfil aerodinámico.

- **Aerogenerador Con Rotor Savonius**

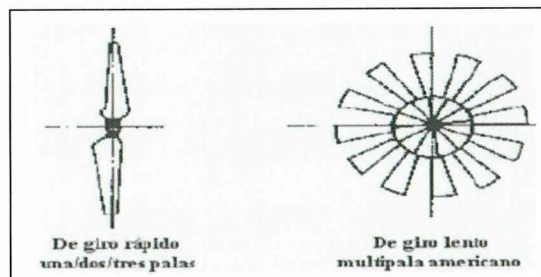
Es el modelo más simple de rotor, consiste en cilindros huecos desplazados respecto su eje, de forma que ofrecen la parte cóncava al



empuje del viento, ofreciendo su parte convexa una menor resistencia al giro. Los aerogeneradores son instrumentos mecánicos y eléctricos diseñados para obtener la energía cinética del viento por medio de sus aspas y así convertirla en energía eléctrica, la diferencia es que existen aerogeneradores de eje vertical y de eje horizontal.

Siendo su funcionamiento parecido y su resultado el mismo ya que se obtiene energía eléctrica. (Véase la Figura 1.9)

**Figura 1.9. AEROGENERADORES DE EJE HORIZONTAL**



Fuente: ENERGIAS RENOVABLES Conceptos y Aplicaciones.  
Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### 1.9.2. Aplicaciones de energía eólica

SÁNCHEZ, SANTIAGO, del libro Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones. Quito: A/H Editorial año (2004), manifiesta que:

**“Antiguamente, la energía se utilizó en el movimiento de barcos impulsados a través de velas y en el funcionamiento de la maquinaria de molinos de viento, empleados para la producción de harinas”.**

**(p 73)**

La energía eólica se dio a conocer para el uso de molinos y transporte de harinas, actualmente esta energía renovable se está aprovechando y se ha consolidado como sistemas libres y gratuitos para dar servicio a los lugares donde los puntos de red tienen un difícil acceso.

## **1.10. PEQUEÑAS CENTRALES EÓLICAS EN EL ECUADOR**

BAJAÑA QUINTANA, MANUEL ALEJANDRO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Análisis de generación de energía de un mini parque eólico”, en el año 2013, manifiesta que:

**“Las fuentes de electricidad del Ecuador, provienen en un 52% de los combustibles fósiles (petróleo, carbón o gas); un 43%, de la hidráulica (agua); el 4%, es energía importada; y solo un 1%, es de tipo renovable alternativa (biocombustibles, eólica o solar), según datos del Ministerio de Electricidad y Energía Renovables.” (p 13)**

La energía eólica es un recurso renovable y gratuito, su aprovechamiento es muy bajo en nuestro país, y de acuerdo a los artículos que ampara la Constitución del Ecuador se indica que los sectores públicos y privados promoverán su generación y uso.

LA ORGANIZACIÓN LATINOAMERICANA DE ENERGÍA (OLADE), ha reportado positivamente el potencial energético ecuatoriano. Además destaca que el Ecuador promueve la generación de energía limpia ya sea esta hidráulica, eólica, mareomotriz, geotérmica, biomasa.

### **1.10.1. Proyecto Eólico Villonaco**

El proyecto Eólico Villonaco se localiza al filo de la cumbre del cerro Villonaco, en las inmediaciones de la ciudad de Loja específicamente entre los cantones Loja y Catamayo, a una altura de 2720 msnm, esto lo hace el proyecto más alto en el mundo, se puso en marcha su construcción en el año 2007. Cuenta con 11 aerogeneradores con una potencia total nominal de 16,5MW. Estos aerogeneradores fueron transportados en Buque desde China y desembarcado en el muelle tres, Puerto Bolívar.

Las turbinas eólicas que se instalaron tienen una altura de entre 65 y 80 metros

y las palas de los aerogeneradores (fibra de vidrio) oscilan entre 60 a 63 metros de diámetro. La velocidad media del recurso eólico esta entre 10.5 a 11m/s lo que permite la instalación de 11 turbinas de tipo GW70/1500 con una capacidad individual de 1.5 MW con lo cual se espera cubrir con el 25% de la demanda anual de energía en la provincia de Loja.

Las proyecciones indican que el proyecto permitirá evitar la emisión de aproximadamente 38 mil toneladas de CO<sub>2</sub>, así como la importación de diésel, combustible necesario para la generación termoeléctrica.

### **1.10.2. Parque Eólico San Cristobal**

El Ecuador inauguró su primer parque eólico, el cual se encuentra ubicado en el cerro El Tropezón ubicado en la isla San Cristóbal del Archipiélago de Galápagos, empezó en operación en el 2007 luego de dos años de construcción. La generación de energía eléctrica se produce mediante un sistema híbrido eólico-diésel.

El parque eólico cuenta con tres aerogeneradores marca MADE de fabricación española que proporciona una potencia nominal total de hasta 2,4MW, sus principales características son:

- Altura de las torres = 51.5 metros.
- Diámetro de las turbinas= 59 metros.
- Velocidad de arranque= 3 m/s.
- Velocidad de parada= 25 m/s.
- Generador= Síncrono trifásico.

Se espera que el proyecto llegue a reducir hasta un 52% el consumo de diésel utilizado para la generación de energía eléctrica, adicional a esto se estima que en el primer año de funcionamiento del parque eólico llegue a reducir aproximadamente 2800 ton de CO<sub>2</sub>. La provincia de Galápagos demanda una potencia total de 4 megavatios, los principales problemas de la generación son

la contaminación que producen los grupos electrógenos y los riesgos que implica el abastecimiento de diésel, que debe ser transportado por barco desde el territorio continental.

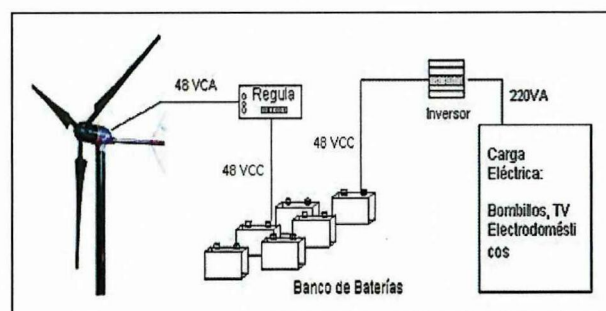
### 1.10.3. Componentes del Sistema Eólico

La generación de la energía eólica es el método más limpio mediante el cual se puede producir electricidad. El sistema eólico consta de un aerogenerador, en este caso es la parte principal del sistema y es el encargado de aprovechar la fuerza y velocidad del viento.

#### 1.10.3.1. Sistema eólico de generación

El aerogenerador es un sistema de generación eléctrica basado en el uso directo del viento como recurso renovable, este se encarga de dar movimiento a las aspas, al mismo tiempo estas se encuentran conectadas al generador eléctrico, el cual envía la corriente generada al sistema de almacenamiento, al inversor de corriente y posteriormente a la carga o a los elementos que consumirán esta energía, teniendo en cuenta que el controlador funciona de acuerdo a la demanda existente o carga instalada y a los niveles del sistema de almacenamiento o también llamado banco de baterías. (Véase figura 1.10).

**FIGURA 1.10: SISTEMA EÓLICO**



FUENTE: <http://web.ing.puc.cl/power/alumno10/wind>.

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

Para determinar la potencia exacta del aerogenerador nos basaremos en la

siguiente fórmula **Ec. 5**, y en la eficiencia proporcionada por el fabricante.

$$P_e = \text{Potencial eólico} * n \quad \text{Ec. 6}$$

**Dónde:**

$P_e$  = es la potencia efectiva

$n$  = constante de la eficiencia del aerogenerador (0.45)

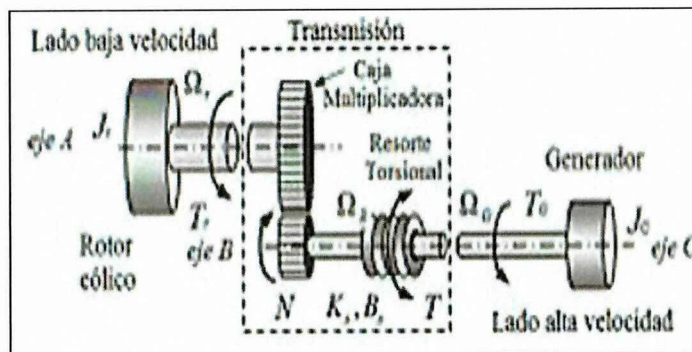
### 1.11. PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La energía eléctrica generada en la base al recurso eólico está basada en el uso y aprovechamiento del viento y su velocidad, como se describe a continuación:

#### 1.11.1. Generación eólica

Un aerogenerador en principio es un generador eléctrico movido por un eje el cual está conectado a las palas o aspas las cuales son accionadas por la velocidad del viento, o que la energía cinética del aire en movimiento proporciona energía mecánica a un eje que hará girar al mismo eje dentro del generador eléctrico y por medio de los imanes y unas bobinas, en estos se inducirá un voltaje, convirtiéndola en energía eléctrica continua (DC). (Véase figura 1.11).

**FIGURA 1.11: GENERACIÓN EÓLICA**



FUENTE: <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines>.

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)



## 1.12. PARTES DE UN SISTEMA EÓLICO

Estos sistemas están compuestos por un rotor, un generador o alternador de imanes permanentes montado en una estructura, una cola o veleta, una torre, el cableado, y los componentes del “sistema de balance”: controlador, inversor y las baterías. A través del giro de los alabes la turbina convierte la energía cinética del viento en un movimiento rotatorio que acciona el generador para dar energía eléctrica a la hacienda.

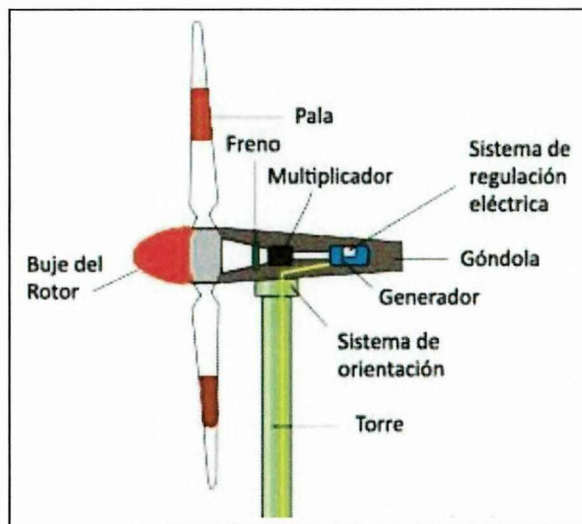
CHAFLA YAMBA, EDISON XAVIER Y SANDOVAL VIZUETE, PAOLA NATALY “Que realizaron el proyecto de tesis titulado “Estudio, Diseño e Implementación de un Prototipo para la Generación de Energía Eléctrica a partir de la Energía Eólica para su aprovechamiento en viviendas de la comunidad de Apagua Provincia de Cotopaxi”, en el año 2012”, manifiestan que:

Las principales partes que conforman los sistemas eólicos de generación son:

- **Palas del rotor.** Capturan el viento y transmiten su potencia hacia el buje. Las palas tiene un diseño aerodinámico que permite aprovechar vientos de baja velocidad. El material en el que están construidas las palas es fibra de vidrio, su diseño es muy parecido al de un avión.
- **El buje.** El buje del rotor está acoplado al eje de baja velocidad del aerogenerador.
- **El multiplicador.** Tiene a su izquierda el eje de baja velocidad. Permite que el eje de alta velocidad que está a su derecha gire 50 veces más rápido que el eje de baja velocidad.
- **Generador eléctrico.** Es una máquina eléctrica que convierte la rotación de un eje en corriente eléctrica. Según el tipo de máquina, la corriente suministrada puede ser continua o alterna y dentro de esta última puede ser alterna monofásica o polifásica

- **Torre.** Soporta la góndola, el rotor, las aspas y la veleta. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento aumenta conforme se aleja del nivel del suelo.
- **Veleta.** Una veleta es un dispositivo giratorio que consta de una placa plana vertical que gira libremente. Esta parte de la turbina es la que permite aprovechar de mejor forma el viento ya que coloca a las palas en la dirección del viento. (p 33-34) (Véase figura 1.12).

**FIGURA 1.12: PARTES DEL AEROGENERADOR**



FUENTE: [http://energiadoblezero.com/turbina\\_eolica.jpg](http://energiadoblezero.com/turbina_eolica.jpg)  
 Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

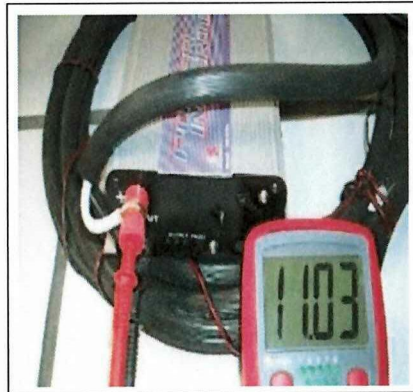
### 1.13. SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO, CONVERSION Y CONTROL

Dentro de los elementos de almacenamiento, control y carga del sistema de generación, se tiene los siguientes:

- **Inversor de corriente:** Este elemento permite convertir la corriente continua (CC) en alterna (CA). Los inversores de corriente son dispositivos

electrónicos los cuales cambian la polaridad de la energía generada. (Véase figura 1.13).

**FIGURA 1.13: INVERSOR DE CORRIENTE**



**FUENTE:** <http://www.solostocks.com/inversor>  
**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

Los inversores son instrumentos que permite transformar la corriente directa o comúnmente conocida como lineal en una corriente alterna o variable en el tiempo y de un nivel de voltaje a otro nivel, con la ayuda de otros instrumentos lo que permiten transformar de 12 voltios a 110 voltios , es lo que normalmente ocupan los electrodomésticos y otros aparatos como los focos, que se encuentran en el hogar de las familias del País.

Es por esto que al aplicarlo en este proyecto es necesario la implementación de un inversor en virtud de tener, corriente continua y los acumuladores de la misma manera, para la aplicación de generar energía eléctrica obtenida de la energía eólica en la vivienda del Sector Pansache.

- **Regulador de carga:** Este elemento permite proteger a la batería en caso de sobrecarga o descargas profundas, el regulador censa constantemente el porcentaje del voltaje y la corriente del mismo, cuando la batería se encuentra totalmente cargada interrumpe el proceso de carga abriendo el circuito entre

la generación y las baterías, y viceversa, es decir; el regulador funciona como un interruptor. (Véase figura 1.14).

**FIGURA 1.14: REGULADOR DE CARGA**

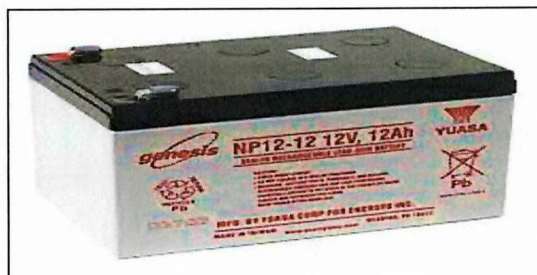


FUENTE: <http://eliseosebastian.com/wp-content/.jpg>

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

- **Sistema de almacenamiento:** El sistema de almacenamiento está compuesto de un banco de baterías las cuales almacenan energía generada del sistema, estos sistemas son independientes y en la mayoría de casos las baterías van conectadas en serie debido a que la potencia a suministrar es bastante elevada y pueden ser desde una batería y en la mayoría de los casos son de dos o tres, en este caso y por ser un sistema aislado de generación se colocó una sola batería, los sistemas de almacenamiento son flotantes, es decir, operan sin una conexión a tierra. (Véase figura 1.15).

**FIGURA 1.15: BANCO DE BATERÍAS**



FUENTE: <http://portal.ipb.pt:7778/pls/.JPG>

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

#### 1.14. VIDA UTIL

SAGARDOY IGNACIO, que realizó el proyecto de tesis titulado “Análisis de Ciclo de Vida Aerogenerador IVS 4500”, año (2012) manifiesta que:

La vida útil de un aerogenerador es un factor fundamental en el desempeño energético de la máquina a lo largo de su ciclo de vida, pudiendo influir sustancialmente en el balance energético. Si bien la vida útil de la máquina y del resto de los componentes del sistema puede verse alterada por muchos factores, y persiste aun un importante grado de incertidumbre debido principalmente al reciente comienzo de su fabricación, en la industria de la energía eólica se ha establecido como regla general que el plazo debe ser no menor a 20 años.

$$Vu = \frac{\text{vida útil del fabricante}}{\text{horas de trabajo anual}}$$

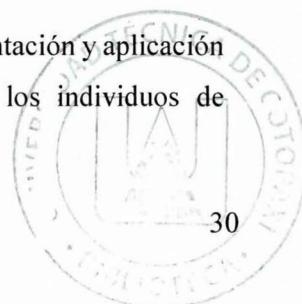
Ec. 7

#### 1.15. MARCO LEGAL DE ENERGÍAS RENOVABLES EN EL ECUADOR

En estos años, Ecuador ha tenido importantes cambios a nivel legislativo y regulatorio, como fue en 2008, la aprobación de una nueva Constitución, que posee varios artículos que sirven de apoyo de la investigación de los recursos renovables, los cuales son citados a continuación:

La Constitución de la República del Ecuador, del Capítulo Segundo de los Derechos del Buen Vivir, se ha tomado en cuenta los siguientes artículos en los cuales se menciona los siguientes:

- Los Derechos del Ambiente (Art. 14 y 15), Habitación y Vivienda
- Art. 30, Individuos Beneficiarios y consumidoras
- Art. 52, Derechos de la Naturaleza
- Art. 71 y 74, estos artículos amparan el uso, la fomentación y aplicación de los recursos naturales en beneficio de todos los individuos de



nacionalidad ecuatoriana.

**Art. 14.-** Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*.

**Art. 15.-** El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.

**Art. 30. -** Las personas tienen derecho a un hábitat seguro y saludable, y a una vivienda adecuada y digna, con independencia de su situación social y económica.

**Art. 52. -** Las personas tienen derecho a disponer de bienes y servicios de óptima calidad y a elegirlos con libertad, así como a una información precisa y no engañosa sobre su contenido y características.

**Art. 64.** El Consejo Nacional de Electrificación dictará las normas aplicables para el despacho de la electricidad producida con energías no convencionales tendiendo a su aprovechamiento y prioridad”

**Art. 71. -** La naturaleza o Pachamama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho a que se respete integralmente su existencia y el mantenimiento y regeneración de sus ciclos vitales, estructura, funciones y procesos evolutivos.

**Art. 74. -** Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir.

**Artículo 313. -** El Estado se reserva el derecho de administrar, regular, controlar y gestionar los sectores estratégicos, de conformidad con los principios de

sostenibilidad ambiental, precaución, prevención y eficiencia. Los sectores estratégicos, de decisión y control exclusivo del Estado, son aquellos que por su trascendencia y magnitud tienen decisiva influencia económica, social, política o ambiental, y deberán orientarse al pleno desarrollo de los derechos y al interés social.

**Artículo 413.-** El Estado promoverá la eficiencia energética, el desarrollo y uso de prácticas y tecnologías ambientalmente limpias y sanas, así como de energías renovables, diversificadas, de bajo impacto y que no pongan en riesgo la soberanía alimentaria, el equilibrio ecológico de los ecosistemas ni el derecho al agua”

De acuerdo a las legislaciones permitidas por la Universidad nos valemos del Artículo 7 y 8 en los cuales se manifiesta lo siguiente:

**Art. 7.-** Para la obtención del grado académico de Licenciado, o del Título Profesional Universitario, el estudiante debe realizar y defender un proyecto de investigación conducente a una propuesta para resolver un problema o situación práctica, con características de viabilidad, rentabilidad y originalidad en los aspectos de acciones, condiciones de aplicación, recursos, tiempos y resultados.

**Art. 8.-** Los temas de trabajo de grado deben estar enmarcados en la Constitución del Buen Vivir, Plan Nacional de Desarrollo Ciencia y Tecnología, Líneas de investigación de la institución y contribuir al desarrollo.

## **CAPÍTULO II**

### **2. ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

En el presente capítulo se especificó la localización y el estudio del viento en el punto exacto del proyecto, con el propósito de obtener datos reales que fueron utilizados para el análisis del potencial eólico. También se citó información sobre la metodología que se utilizó, entre las cuales constan los métodos y técnicas adecuadas para la investigación, se dispuso de elementos fundamentales e indispensables para el alcanzar el proyecto de tesis.

#### **2.1. ESTUDIO GEOGRÁFICO DEL SITIO DEL PROYECTO**

##### **2.1.1. Localización del proyecto**

El Páramo de Pansache pertenece a la Parroquia de Aláquez del Cantón Latacunga, se encuentra ubicado al Noreste de la ciudad d Latacunga, y su rango de altitud oscila entre los 4.000 metros sobre el nivel del mar.

Al Norte de Pansache se encuentran las parroquias de Joseguango Bajo y Mulaló y la Provincia de Pichincha.

Al Sur: Las parroquias San Buenaventura y Juan Montalvo.

Al Este: Los páramos de Chalupas, el Cerro el Morro, el Volcán Quilindaña y la Provincia de Napo.

Al Oeste: La parroquia de Aláquez.

El Páramo de Pansache es conocido por sus extensas áreas de siembra de árboles los cuales se transforman en una gran fuente de trabajo para los transportistas, su orografía es la de una fértil llanura paramera donde podemos encontrar grandes colinas, lagunas, quebradas y riachuelos de aguas cristalinas pobladas de truchas, y una rica fauna silvestre como son venados, conejos, lobos, cóndores y más especies pequeñas, estas especies como en todos los páramos necesitan de la protección de personas e instituciones.

Su flora es también variada en su mayoría cubierto por pajonales, hiervas silvestres, en los montes tenemos jata, romerillo, también una rica fruta paramera como es la chihuila, y la flor que crece en la parte más alta de la serranía llamada hurcurosa de una deslumbrante belleza.

### **2.1.2. Estudio de la velocidad del viento**

La información obtenida es real, los mismos son considerados desde Noviembre 2014 hasta Septiembre del 2015 y fueron realizados en base a un anemómetro (WS-2080) colocado en el Páramo de Pansache en la Hacienda El Tejar Miraflores por los miembros del grupo investigador, así se obtuvo un estudio continuo de las 24 horas del día.

El Anemómetro (Ambient Weather WS-2080) consta de un sistema de adquisición de datos, sensores de temperatura, sensores de humedad, censa la velocidad de viento a diferentes medidas (kilómetros por hora, metros por segundo), y también posee una veleta incorporada al sistema de datos la cual brinda la dirección del viento.

En la tabla (Véase tabla 2.1) detalla los datos proporcionados por dicho anemómetro antes mencionado de manera general, sobre la velocidad del viento y la dirección del mismo.

## 2.2. DISEÑO METODOLÓGICO

### 2.2.1. Investigación experimental

HERNÁNDEZ SAMPIERI (2006) manifiesta que:

**“Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control.**

**Es decir, los diseños experimentales se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula”. (p 160)**

Con la aplicación de la investigación experimental se puede llegar a la manipulación de variables e intervención directa a ellas donde se consigue observar con gran claridad el desarrollo y las consecuencias de las mismas.

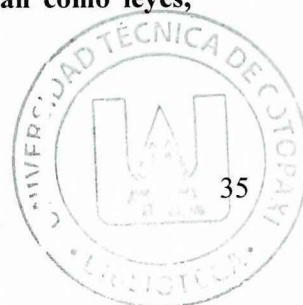
Se está directamente relacionados con la intervención de las variables en donde se tiene el control y manipulación de estas, las cuales indicaran la evolución y el tratamiento experimental.

### 2.2.2. Métodos de investigación

#### 2.2.2.1. Método inductivo

BERNAL, C. A. (2006) manifiesta que:

**“Con este método se utiliza el razonamiento para obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones, cuya aplicación sea de carácter general. El método se inicia con un estudio individual de los hechos y se formulan conclusiones universales que se postulan como leyes, principios o fundamentos de una teoría”. (p 56)**



Este método se encaminó, estableciendo las condiciones climáticas de Pansache, indagando proyectos que en el sector no tuvieron resultado así como los que sí tuvieron resultados, para aplicar la investigación para la implementación del aerogenerador que no se vea afectado por los cambios repentinos de vientos funcionando con bajas y altas revoluciones, esto se logró examinando las diferentes corrientes de vientos en diferentes temporadas del año.

#### **2.2.2.2. Método Deductivo**

BERNAL, C. A. (2006) manifiesta que:

**“Es un método de razonamiento que consiste en tomar conclusiones generales para explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares”.** (p 56)

El análisis metódico para la implementación del aerogenerador se llevó a cabo, partiendo de un análisis macro de proyectos de generación eléctrica mediante aerogeneradores para la implementación micro, que fueron capaces de funcionar en condiciones naturales de la zona, utilizando instrumentos científicos que otorgaron datos para la correcta implementación.

#### **2.2.3. Técnicas de investigación**

##### **2.2.3.1. La Observación**

LEIVA ZEA (2008), manifiesta que:

**“Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.**

**La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor**

**número de datos. Gran parte de la cervo del conocimiento que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación. Un científico es, ante todo, un observador cuidadoso y metódico”. (p 45)**

Permitió analizar el comportamiento climático de la zona en diferentes condiciones geográficas para encontrar el lugar de mayor velocidad del viento donde se ubica la torre para el proyecto de generación eólica en colaboración de los habitantes del lugar que conocen las condiciones climáticas en las diferentes estaciones del año.

#### **2.2.3.2. La medición**

HERNANDEZ ROBERTO, manifiesta que:

**“La función de la medición es establecer una correspondencia entre el “mundo real” y el “mundo conceptual”. El primero provee evidencia empírica, el segundo proporciona modelos teóricos para encontrar sentido a ese segmento del mundo real que estamos tratando de describir. En toda investigación cuantitativa aplicamos un instrumento para medir las variables contenidas en las hipótesis (y cuando no hay hipótesis simplemente para medir las variables de interés). Esa medición es efectiva cuando el instrumento de recolección de datos en realidad representa a las variables que tenemos en mente.”(p 200)**

La medición es un método que ayudó a identificar datos que no se pueden ver a simple vista por eso fue necesario implementar un equipo de medida mediante el cual se pudo realizar las mediciones, uno de los equipos que se utilizó para obtener los datos es un anemómetro.

### 2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

Se determinó que en Pansache en su particularidad habita un porcentaje pequeño de residentes, que no permite realizar un estudio por ser el universo reducido, aunque el proyecto está encaminado al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la hacienda el Tejar Miraflores Pasanche, por tal motivo se realizó el estudio y tabulaciones a las condiciones del viento.

### 2.4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se estudió la medición del viento durante el año y la localización, se obtuvo datos reales de esta manera se calculó el promedio anual y se realizó el análisis potencial para la implementación del aerogenerador en la Hacienda el tejar Miraflores. (Véase tabla 2.1.)

**TABLA 2.1. DATOS DEL TIEMPO DE ESTUDIO**

TIEMPO DE ESTUDIO				
MES	Velocidad del viento m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
OCTUBRE	11,02	3,46	15,47	SE
NOVIEMBRE	10,70	3,85	17,13	SE
DICIEMBRE	10,69	3,76	16,70	SE
ENERO	10,74	4,13	18,09	SE
FEBRERO	10,21	4,07	17,85	SE
MARZO	13,17	4,04	18,02	SE
ABRIL	10,61	4,41	19,34	SE
MAYO	10,83	3,57	15,64	SE
JUNIO	11,12	3,27	14,58	SE
JULIO	10,31	3,32	14,55	SE
AGOSTO	16,08	3,28	14,40	SE
SEPTIEMBRE	16,43	1,03	12,53	SE
<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>11,83</b>	<b>3,52</b>	<b>16,19</b>	<b>SE</b>

Elaborador por: Quevedo Chanatasig, N.E.  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## **2.5. VERIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

### **2.5.1. Enunciado**

“Si se analiza el potencial eólico y sus características entonces, se podrá implementar un generador que permitirá dotar de energía eléctrica que se requiere en la hacienda”.

### **2.5.2. Hipótesis nula**

“Si **NO** se analiza el potencial eólico y sus características entonces, **NO** se podrá implementar un generador que permitirá dotar de energía eléctrica que se requiere la hacienda”.

### **2.5.3. Comprobación de la hipótesis**

En este caso la hipótesis se ha comprobado, debido a que en el estudio eólico (Véase tabla 2.1) obtenido entre los meses de Noviembre 2014 y Septiembre 2015, es 11,83 m/s lo suficientemente para la generación de energía sustentable a beneficiario las personas, y de esta manera se dará por cumplidas las variables a continuación descritas.

#### **Variable independiente**

- Análisis de potencial eólico

#### **Variable dependiente**

- Generación de energía eléctrica

### **2.5.4. Regla de decisión**

Mediante los resultados obtenidos de los cuales se obtuvo un promedio anual de velocidad del viento de 11,83 m/s con lo cual se puede implementar un

aerogenerador de 750 w y abastecer un promedio de 7 focos convencionales de 100w o focos led de 15 w y otros aparatos eléctricos, los datos del estudio del recurso eólico (Véase tabla 2.1), y de acuerdo a las necesidades de los aerogeneradores, se concluyó en la aprobación de la hipótesis y se determina la factibilidad para la implementación de un sistema eólico de generación eléctrica, el cual sirvió directamente a los usuarios de la Hacienda El Tejar Miraflores para mejorar sus estándares de vida mediante un sistema de información y comunicación gracias al acceso y obtención de a una red de energía eléctrica.



## **CAPÍTULO III**

### **3. DESARROLLO DEL PROYECTO**

En el presente capítulo se detalló el análisis del potencial eólico y uno de los parámetros más importantes a valorar para el análisis, es la ubicación donde se implementó, considerando que la potencia obtenida varió con respecto a la velocidad del viento y a la colocación del aerogenerador.

Al momento que se realizó la instalación se verificó el lugar apropiado, que tenga mayor altura donde el viento tenga altas velocidades, asumiendo la proporcionalidad de la velocidad del viento con respecto a la altura para evitar percances que puedan intervenir o alterar su velocidad y dirección. Además se consideró la densidad y estabilidad que presente el flujo del viento, es decir, debe existir una frecuencia constante del viento en el lugar.

#### **3.1. TEMA**

“ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL POTENCIAL EÓLICO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN AEROGENERADOR DE 750 W QUE ABASTECERÁ A LA HACIENDA EL TEJAR MIRAFLORES PANSACHE, PERIODO 2015.”

### **3.2. PRESENTACIÓN**

La investigación desarrollada por el grupo investigador, fue de avance tecnológico, fundamentando los conocimientos de las personas investigadoras, así mismo fue de gran aporte para los moradores de la hacienda. Esto también ayudó a la comunidad a mejorar su estilo de vida renovando las distintas necesidades energéticas que tengan en cada día.

### **3.3. JUSTIFICACIÓN**

Lo que se pretendió de este trabajo y se tuvo como objetivo, fue verificar la posibilidad de implementar un aerogenerador , demostrando que se puede obtener energía eléctrica con el aprovechamiento del recurso eólico que hay en la hacienda, que fue demostrado en el análisis del potencial para la implementación de un sistema eólico.

Se proyectó la implementación de un sistema eólico que fue eficiente, que generó electricidad a partir del impulso del viento, compuesto por un aerogenerador, ya que es el instrumento que se utilizó, además del recurso natural que es el viento y los cuales se convertirán en energía eléctrica.

Los motivos por el que se escogió un sistema eólico para dar suministro eléctrico a la Hacienda en el Páramo de Pansache, son las siguientes:

- En el sector se pudo analizar el recurso eólico.
- La Hacienda Tejar Miraflores, se encuentra en un lugar adecuado para implementar un aerogenerador, se aprovechó el recurso del viento para obtener energía eléctrica para la hacienda.
- La implementación contó con un aerogenerador 750W ya que este produce electricidad transformando la energía cinética en energía eléctrica, a más con un banco de baterías, un regulador de carga y un inversor de corriente y el recurso natural que es el viento.

- Es por estas razones que debemos apegarnos imprescindiblemente a la investigación y fomentación de nuevas formas de captación, conversión y generación de energía. De forma tal que se evite la degradación prematura del medio ambiente.
- En la actualidad, la adopción de estos medios de la energía renovable se van incrementando

### **3.4. OBJETIVOS**

#### **3.4.1. Objetivo General**

- Estudiar y Analizar el potencial eólico para la implementación de un aerogenerador de 750w que posibilite la generación eléctrica a beneficio de las personas que habitan en la Hacienda el Tejar Miraflores Pansache, en el periodo 2015.

#### **3.4.2. Objetivos Específicos**

- Realizar una estimación sobre los niveles promedios de velocidad, dirección del viento que se registran en la Hacienda mediante la utilización de un anemómetro para la implementación de un aerogenerador.
- Estudiar un sistema de generación eléctrico mediante el uso de energías alternativa (eólico) para el consumo energético de los habitantes de la Hacienda.
- Implementar un aerogenerador con un sistema funcional mediante el estudio del potencial eólico para satisfacer la demanda de la energía eléctrica de la Hacienda.

### **3.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD**

#### **3.5.1. Factibilidad Técnica**

Se manifiesta una factibilidad técnica al momento de adquirir los equipos necesarios para la implementación, los elementos de control, generación, almacenamiento y medición, los mismos que forman parte del sistema eólico, la variedad de productos en el mercado ayudó adquirir elementos de calidad ,la cual el grupo investigativo eligió un kit de generación de la marca Missouri para la implementación.

### 3.5.2. Factibilidad Operacional

**TABLA 3.1. RELACION DE FACTIBILIDAD**

TIPO: TÉCNICA			
ESCALA VALORABLE: 1-10 (VIABLE=1 ; NO VIABLE=10)			
AMBITO TECNICO	EÓLICO	ELECPO.	G. TERMICO
DIFICULTAD DE ACOMETIDA	5,0	10,0	1,0
DIFICULTAD DE TRANSPORTE DE ENERGÍA	1,0	10,0	1,0
NESECIDAD DE COMBUSTIBLE	0,0	0,0	10,0
NESECIDAD DE INFRAESTRUCTURA	8,0	6,0	2,0
NESECIDAD DE OBRA CIVIL	4,0	7,5	4,0
MENOR EFICIENCIA	7,5	10,0	5,0
CONTAMINACIÓN	5,0	2,5	7,0
EMISIÓN DE GASES TÓXICOS	0,0	0,0	10,0
POTENCIA DE GENERACIÓN	9,0	1,0	5,0
TOTAL	39,5	47,0	45,0

**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.

Taipe Mora, E.A. (2015)

Detalle de valoración del ámbito técnico en el anexo 11

Para definir la factibilidad técnica hemos utilizado los ítems de la tabla 3.1., teniendo como resultado que para dotar de energía eléctrica por parte de ELEPCO. No es viable al obtener un alto porcentaje en función de las diferentes dificultades y necesidades técnicas expuestas en la tabla 3.1.

Por otro lado la generación eléctrica térmica de la misma manera no es viable a pesar de tener una mayor eficiencia que la eólica y una facilidad de implementación, datos como la necesidad de combustible no permiten viabilizar esta propuesta, en función de la distancia existente y las vías de tercer y cuarto orden lo que no permite un fácil acceso.

En base a los conocimientos adquiridos en el transcurso de la vida estudiantil y en la investigación al momento que se realizó este proyecto ayudaron a una correcta manipulación del sistema eólico, los sistemas eléctricos, electrónicos y mecánicos por parte del grupo de investigación y la debida instrucción de

trabajo que se realizó a los beneficiarios del sector, esto garantizó el correcto uso del sistema eólico con la menor manipulación del mismo ya que una de sus ventajas de este equipo es la vida útil con un mínimo mantenimiento.

### **3.5.3. Factibilidad Económica**

El recurso económico es aporte del grupo investigador en su totalidad, es decir el aporte económico para la adquisición de los equipos necesarios para el estudio y la implementación (\$4,800.00) de los equipos para la generación de energía eléctrica en la hacienda; se justifica debido que al momento que se solicitó un estudio a ELEPCO.S.A., ellos manifestaron que no pueden extender sus puntos de red hacia el sector de Pansache debido a varios inconvenientes como son:

- La lejanía de lugar (16.707 Km desde el último punto de energía).
- No cuentan con un presupuesto para incrementar una red eléctrica para estos sectores alejados.
- La implementación de postes y su estructura correspondiente para el transporte de energía al sector.
- Los sistemas de protección.
- Implementación de un transformador elevador y un reductor desde el punto a tomar la línea hasta el punto de destino.
- La mano de obra, tiempo de realización y estudio del proyecto.

Debido a estos puntos, el costo de tendido eléctrico hacia el sector de panaché son elevado superando excesivamente el monto de la propuesta eólica.

Estos costes se los detalla en el anexo 6.

También se analiza en la tabla 3.2., la generación de energía en base a un motor de combustión interna para lo cual se ha tomado un generador, generador eléctrico Porten 1600W de gasolina, y su detalle se encuentra en el anexo 8.

**Tabla 3.2. FICHA TÉCNICA**

<b>RPM:</b>	3600 RPM
<b>Potencia</b>	1600W
<b>Potencia Stand By:</b>	2000W
<b>A/C Voltaje:</b>	120VAC MONOFÁSICO
<b>A/C Frecuencia:</b>	60HZ
<b>Alternador:</b>	PORTEN
<b>Cilindrada:</b>	0 cc
<b>Tipo de Motor:</b>	Motor Gasolina
<b>Motor:</b>	PORTEN
<b>Número de Cilindros:</b>	N/D
<b>Aceite Recomendado:</b>	10W30 API
<b>Encendido:</b>	Manual
<b>Batería:</b>	No
<b>Ind. Nivel Combustible:</b>	Si
<b>Capacidad del Tanque:</b>	2.1 l
<b>Consumo:</b>	1,4 l / h
<b>Peso:</b>	25 kg / 55.12 lbs
<b>Medidas:</b>	40.5 x 54 x 46.5 cm (ancho x alto x largo)

**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.  
Taipe Mora, E.A. (2015)

En base a las características de este generador eléctrico y a su costo (\$ 800 sin IVA), se determina que se necesitan dos generadores para satisfacer la demanda energética de la Hacienda, debido a que su tiempo de uso es reducido (3 horas), teniendo en cuenta que en estos costos no contienen valores de combustible.

En este caso al consumir 1.4 lts de combustible cada horas, se hace referencia a un valor anual de consumo de 806,84 galones de gasolina, representando un rubro de \$ 1194,12 anuales.

Debido a estas circunstancias y a la suma de rubros interminables (combustible), el costo de la implementación de un generador de combustión interna a partir del tercer año supera el costo de la implementación de un aerogenerador el cual

tiene un promedio de vida útil de 20 años.

**TABLA 3.3. RELACIÓN DE FACTIBILIDAD**

TIPO: ECONÓMICA			
AMBITO	COSTO - G. EÓLICO	COSTO - ELECPO.	COSTO - G. TERMICA (2)
IMPLEMENTACION	4800,00	213059,5152	1600,00
COMBUSTIBLE ANUAL	0,00	0,00	1193,55
PAGO BASICO MENSUAL	0,00	8,00	0,00
MANTENIMIENTO	152,00	0,00	318,00
<b>TOTAL</b>	<b>4952,00</b>	<b>213067,52</b>	<b>3111,55</b>
PROYECCION A 3 AÑOS INCLUIDO COSTO DE IMPLEMENTACION	5104,00	213091,52	6692,20

**Elaborador por:** Quevedo Chanatasig, N.E.  
Taípe Mora, E.A. (2015)

Es por esto que el gasto realizado por el grupo investigador es aceptable ya que al comparar las diferentes posibilidades de dotar de energía eléctrica a la hacienda el Tejar Miraflores Pansache se justifica en cuanto a lo económico y es viable.

### **3.6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA**

El análisis de potencial eólico, viene dado a partir de los datos obtenidos de las velocidades del viento por el equipo en este caso se usó un anemómetro.

La obtención de datos se la ha realizado por un lapso de tiempo de un año en el punto donde se implementó el proyecto, en el cual se encuentran expresadas las temperaturas máximas y mínimas en grados centígrados (°C), velocidad del viento (Km/h y m/s) y dirección, de la misma manera promedios generales de todos los meses.

#### **3.6.1. Estudio Eólico**

Al recolectar toda la información necesaria para este proyecto se procedió a la

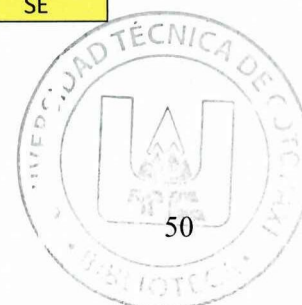
obtención de datos y se realizó la elaboración de cuadros de datos y gráficos lineales pertenecientes a cada uno de los meses.

A continuación se detalla el historial de datos obtenidos de las mediciones del viento.

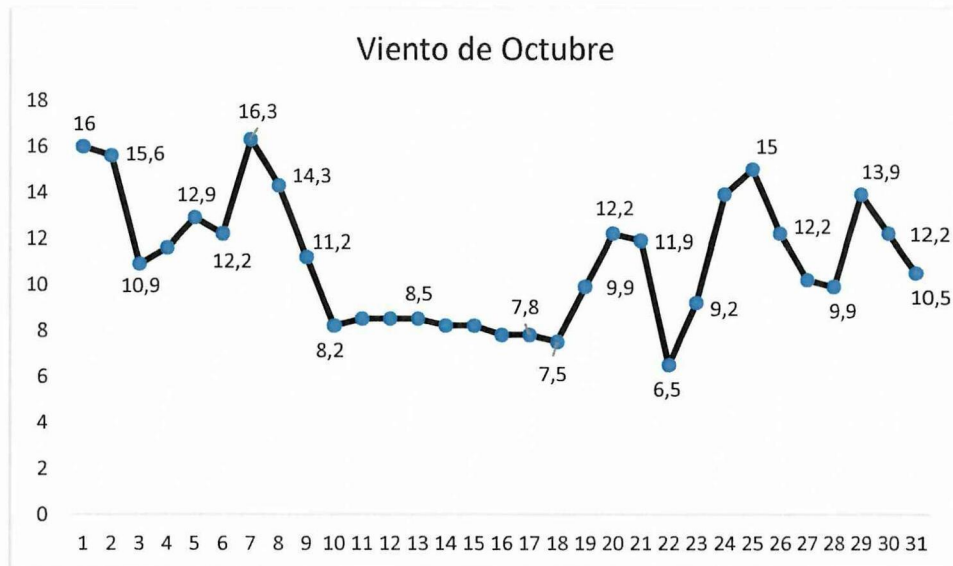
**TABLA 3.4. ESTUDIO EÓLICO DE OCTUBRE**

MES DE OCTUBRE				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/10/2014	16	3,7	16,1	SE
02/10/2014	15,6	3,4	14,9	SE
03/10/2014	10,9	2,5	10,8	SE
04/10/2014	11,6	2,3	10,2	SE
05/10/2014	12,9	2,2	9,5	SE
06/10/2014	12,2	2,5	10,8	SE
07/10/2014	16,3	2,1	9,2	SE
08/10/2014	14,3	2,4	10,4	SE
09/10/2014	11,2	3,0	13,4	SE
10/10/2014	8,2	2,7	11,7	SE
11/10/2014	8,5	2,6	11,3	SE
12/10/2014	8,5	1,9	8,3	SE
13/10/2014	8,5	3,9	17,1	SE
14/10/2014	8,2	4,2	18,6	SE
15/10/2014	8,2	3,8	16,7	SE
16/10/2014	7,8	2,6	11,3	SE
17/10/2014	7,8	0,9	12,8	SE
18/10/2014	7,5	3,4	14,7	SE
19/10/2014	9,9	3,4	14,7	SE
20/10/2014	12,2	3,8	16,8	SE
21/10/2014	11,9	4,2	18,3	SE
22/10/2014	6,5	4,5	19,5	SE
23/10/2014	9,2	4,7	20,4	SE
24/10/2014	13,9	4,8	21,2	SE
25/10/2014	15	5,0	21,8	SE
26/10/2014	12,2	5,2	22,7	SE
27/10/2014	10,2	5,3	23,4	SE
28/10/2014	9,9	5,2	22,7	SE
29/10/2014	13,9	4,9	21,3	SE
30/10/2014	12,2	3,4	14,7	SE
31/10/2014	10,5	3,4	14,9	SE
Promedio	11,02	3,46	15,47	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)



**GRAFICA 3.1. VELOCIDAD DE OCTUBRE**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

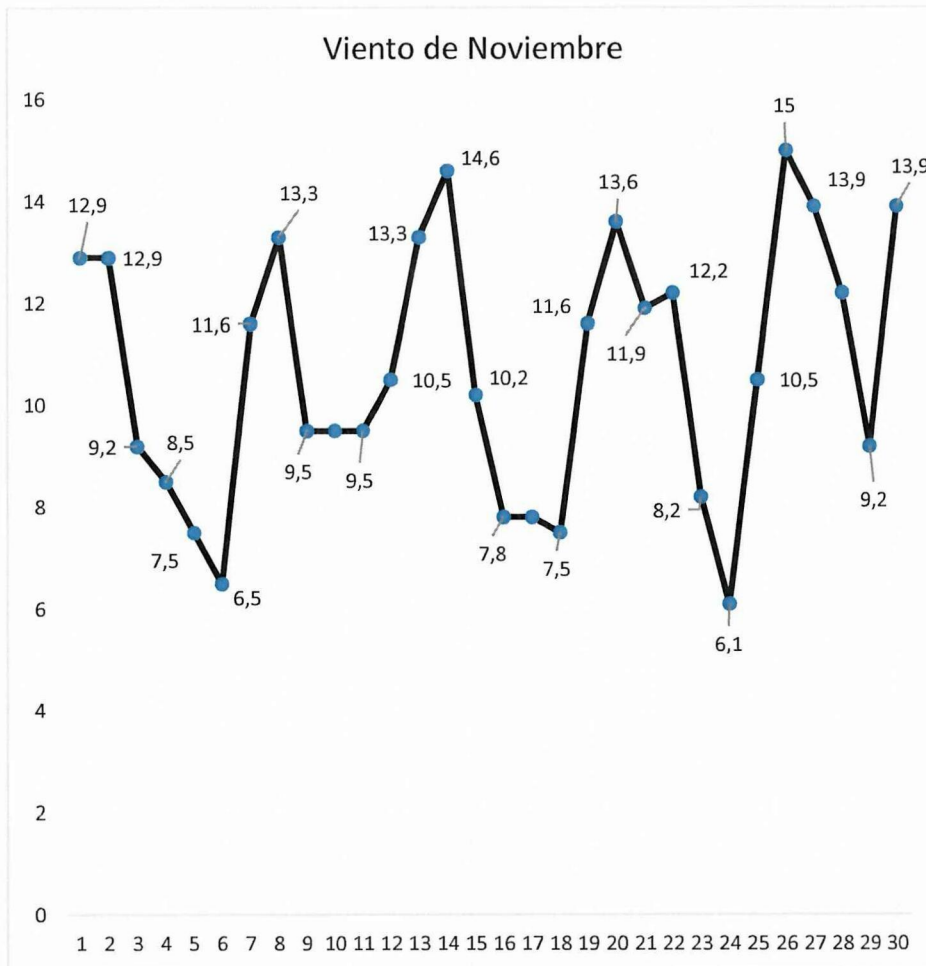
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 16.3 m/s y el minimo 6.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 11,02 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Octubre; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.5. ESTUDIO EÓLICO DE NOVIEMBRE**

MES DE NOVIEMBRE				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/11/2014	12,9	4,0	17,6	SE
02/11/2014	12,9	3,7	16,4	SE
03/11/2014	9,2	2,8	12,3	SE
04/11/2014	8,5	3,7	16,2	SE
05/11/2014	7,5	2,9	12,5	SE
06/11/2014	6,5	2,6	11,3	SE
07/11/2014	11,6	2,2	9,8	SE
08/11/2014	13,3	2,3	10,1	SE
09/11/2014	9,5	3,0	13,3	SE
10/11/2014	9,5	3,0	13,4	SE
11/11/2014	9,5	2,7	11,7	SE
12/11/2014	10,5	2,9	12,6	SE
13/11/2014	13,3	3,8	16,7	SE
14/11/2014	14,6	4,2	18,5	SE
15/11/2014	10,2	4,0	17,6	SE
16/11/2014	7,8	2,9	20,9	SE
17/11/2014	7,8	3,0	13,2	SE
18/11/2014	7,5	5,4	23,9	SE
19/11/2014	11,6	5,0	21,8	SE
20/11/2014	13,6	3,5	15,3	SE
21/11/2014	11,9	4,3	18,9	SE
22/11/2014	12,2	4,6	20,3	SE
23/11/2014	8,2	4,7	20,5	SE
24/11/2014	6,1	4,9	21,3	SE
25/11/2014	10,5	5,0	21,8	SE
26/11/2014	15	5,4	23,7	SE
27/11/2014	13,9	5,4	23,5	SE
28/11/2014	12,2	5,3	23,2	SE
29/11/2014	9,2	4,9	21,3	SE
30/11/2014	13,9	3,4	14,7	SE
Promedio	10,70	3,85	17,13	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.2. VELOCIDAD DE NOVIEMBRE**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

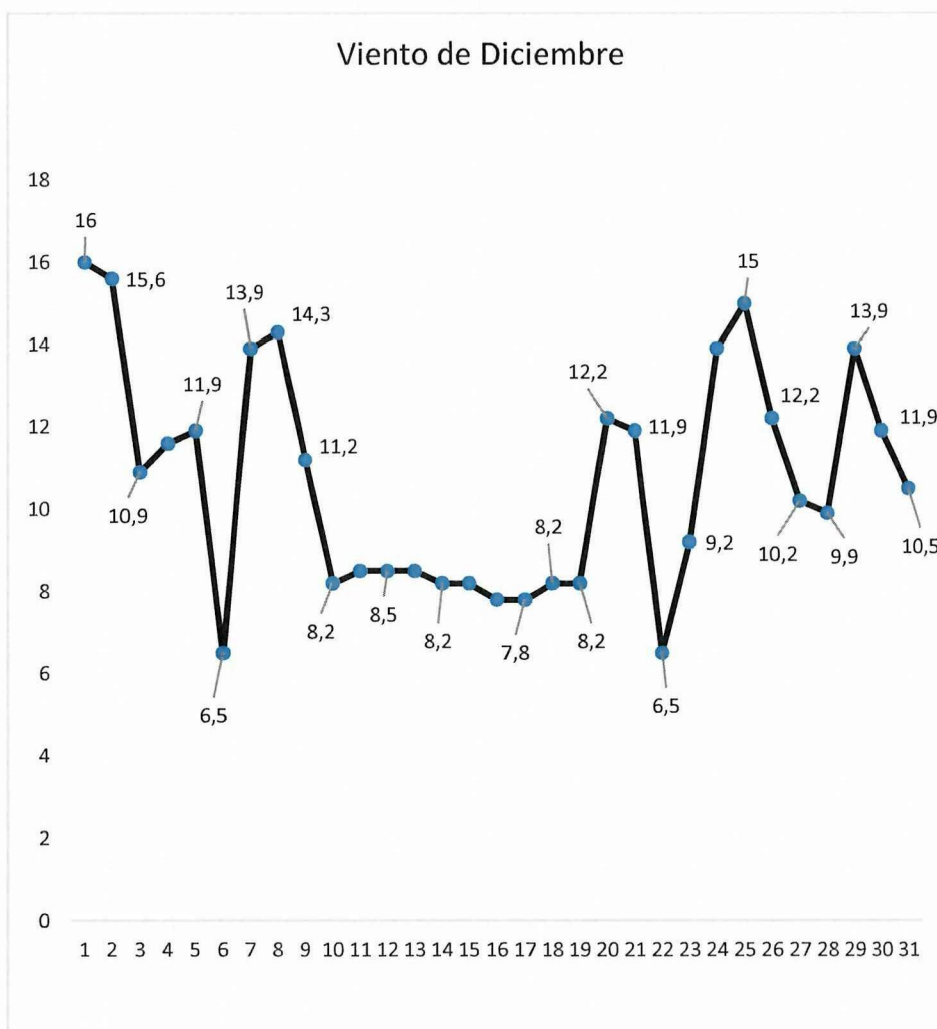
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 15 m/s y el mínimo 6.1 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,70 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Noviembre; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.6. ESTUDIO EÓLICO DE DICIEMBRE**

MES DE DICIEMBRE				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/12/2014	16	3,3	14,6	SE
02/12/2014	15,6	2,7	11,9	SE
03/12/2014	10,9	4,2	18,3	SE
04/12/2014	11,6	3,0	13,2	SE
05/12/2014	11,9	2,9	12,5	SE
06/12/2014	6,5	2,2	9,8	SE
07/12/2014	13,9	2,6	11,3	SE
08/12/2014	14,3	2,7	11,6	SE
09/12/2014	11,2	4,7	20,6	SE
10/12/2014	8,2	3,4	14,9	SE
11/12/2014	8,5	3,0	13,2	SE
12/12/2014	8,5	2,9	12,6	SE
13/12/2014	8,5	3,1	13,7	SE
14/12/2014	8,2	4,9	21,5	SE
15/12/2014	8,2	4,0	17,6	SE
16/12/2014	7,8	2,6	11,4	SE
17/12/2014	7,8	3,0	13,2	SE
18/12/2014	8,2	3,4	14,9	SE
19/12/2014	8,2	3,3	14,3	SE
20/12/2014	12,2	4,2	21,3	SE
21/12/2014	11,9	4,3	18,9	SE
22/12/2014	6,5	5,0	21,8	SE
23/12/2014	9,2	4,3	19,0	SE
24/12/2014	13,9	4,5	19,8	SE
25/12/2014	15	4,6	20,3	SE
26/12/2014	12,2	5,4	23,7	SE
27/12/2014	10,2	5,4	23,5	SE
28/12/2014	9,9	5,3	23,2	SE
29/12/2014	13,9	3,8	16,8	SE
30/12/2014	11,9	3,7	19,2	SE
31/12/2014	10,5	4,5	19,5	SE
Promedio	10,69	3,76	16,70	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.3. VELOCIDAD DE DICIEMBRE**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### Interpretación

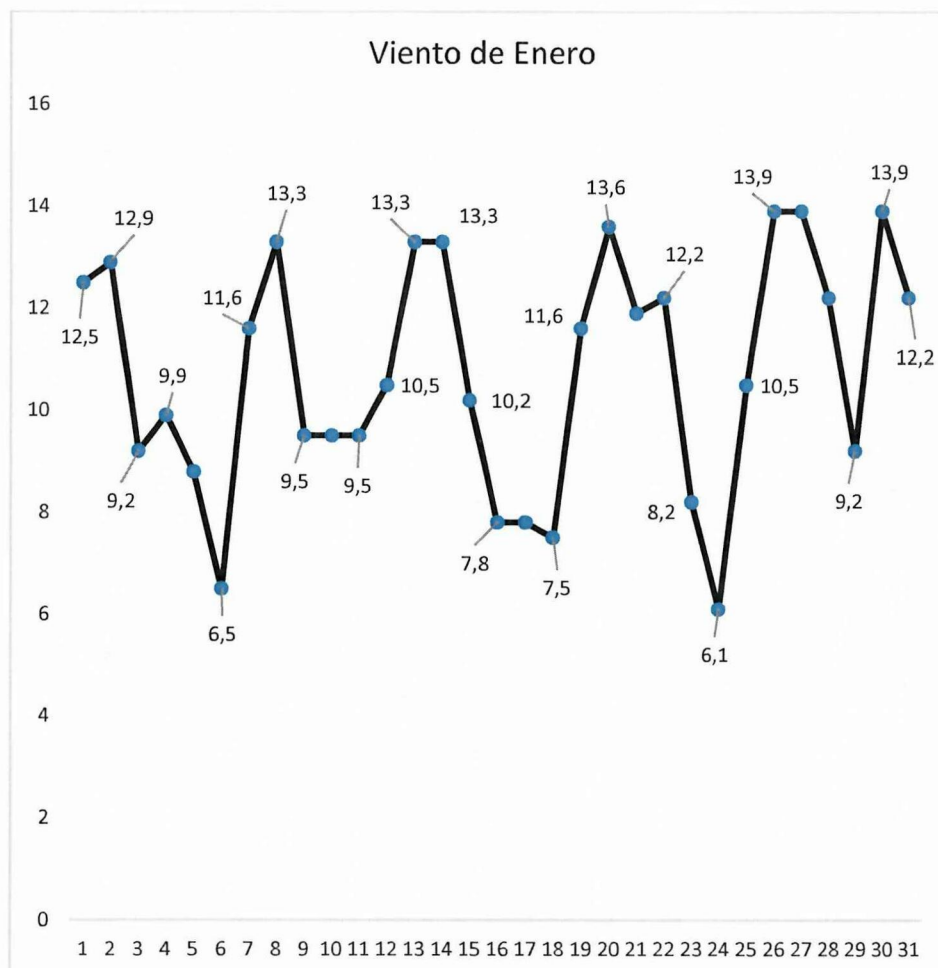
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 16 m/s y el mínimo 6.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,69 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Diciembre; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.7. ESTUDIO EÓLICO DE ENERO**

MES DE ENERO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/01/2015	12,5	3,4	14,8	SE
02/01/2015	12,9	3,3	14,6	SE
03/01/2015	9,2	3,5	15,4	SE
04/01/2015	9,9	4,6	20,1	SE
05/01/2015	8,8	3,9	16,9	SE
06/01/2015	6,5	4,3	18,8	SE
07/01/2015	11,6	3,5	15,2	SE
08/01/2015	13,3	3,7	16,1	SE
09/01/2015	9,5	4,7	20,7	SE
10/01/2015	9,5	4,0	17,6	SE
11/01/2015	9,5	3,3	14,6	SE
12/01/2015	10,5	2,9	12,6	SE
13/01/2015	13,3	3,3	14,5	SE
14/01/2015	13,3	5,0	22,0	SE
15/01/2015	10,2	4,1	17,9	SE
16/01/2015	7,8	4,0	17,5	SE
17/01/2015	7,8	4,7	20,7	SE
18/01/2015	7,5	5,1	22,4	SE
19/01/2015	11,6	4,6	20,3	SE
20/01/2015	13,6	4,2	18,4	SE
21/01/2015	11,9	4,0	17,4	SE
22/01/2015	12,2	5,0	21,8	SE
23/01/2015	8,2	5,4	23,6	SE
24/01/2015	6,1	5,7	25,1	SE
25/01/2015	10,5	4,4	19,5	SE
26/01/2015	13,9	4,3	18,9	SE
27/01/2015	13,9	4,9	21,4	SE
28/01/2015	12,2	5,4	23,4	SE
29/01/2015	9,2	2,5	10,9	SE
30/01/2015	13,9	2,9	12,8	SE
31/01/2015	12,2	3,4	14,9	SE
Promedio	10,74	4,13	18,09	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.4. VELOCIDAD DE ENERO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

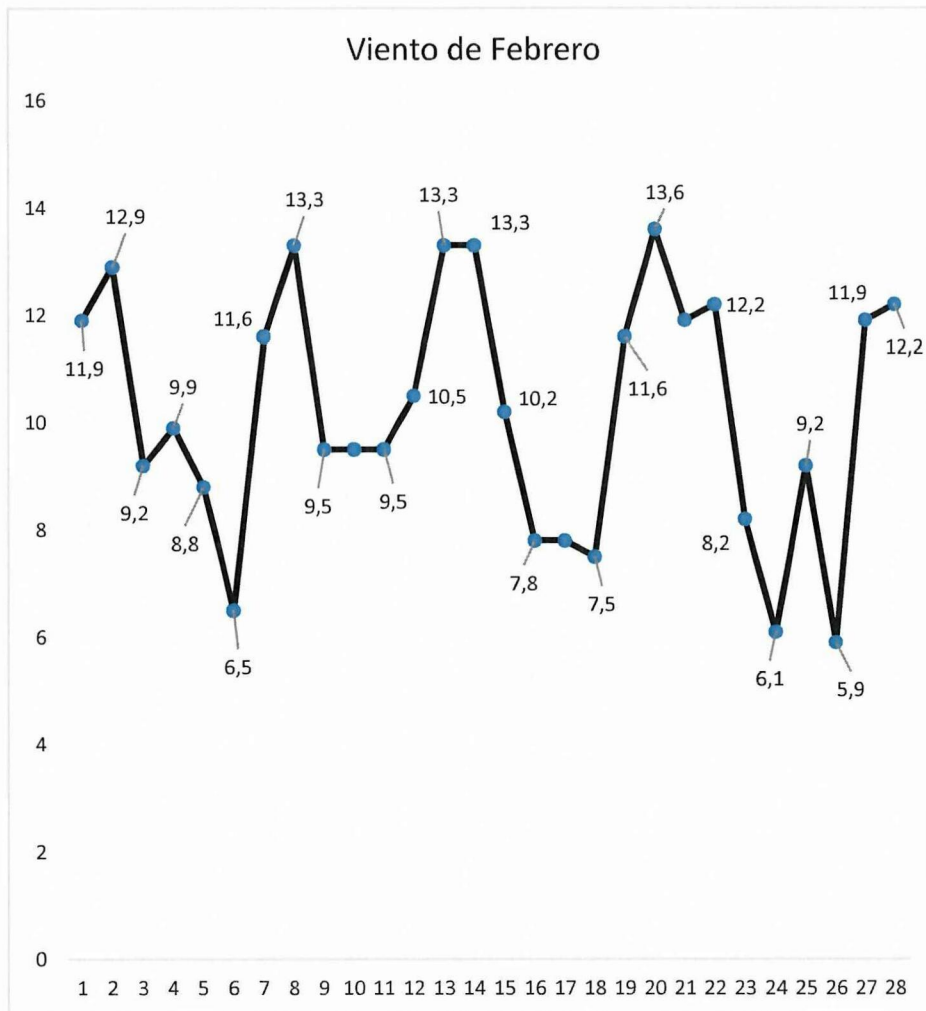
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 13.9m/s y el minimo 6.1 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,74 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Enero; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.8. ESTUDIO EÓLICO DE FEBRERO**

MES DE FEBRERO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/02/2015	11,9	4,0	17,6	SE
02/02/2015	12,9	3,0	13,4	SE
03/02/2015	9,2	4,2	18,3	SE
04/02/2015	9,9	4,7	20,7	SE
05/02/2015	8,8	3,9	17,0	SE
06/02/2015	6,5	4,3	18,8	SE
07/02/2015	11,6	3,6	15,8	SE
08/02/2015	13,3	3,3	14,6	SE
09/02/2015	9,5	4,7	20,6	SE
10/02/2015	9,5	4,1	17,9	SE
11/02/2015	9,5	3,0	13,2	SE
12/02/2015	10,5	2,9	12,6	SE
13/02/2015	13,3	3,1	13,7	SE
14/02/2015	13,3	4,9	21,5	SE
15/02/2015	10,2	4,0	17,6	SE
16/02/2015	7,8	2,9	12,9	SE
17/02/2015	7,8	3,0	13,2	SE
18/02/2015	7,5	5,1	22,4	SE
19/02/2015	11,6	3,3	14,3	SE
20/02/2015	13,6	4,2	18,3	SE
21/02/2015	11,9	3,3	14,4	SE
22/02/2015	12,2	5,0	21,8	SE
23/02/2015	8,2	4,3	19,0	SE
24/02/2015	6,1	4,5	19,8	SE
25/02/2015	9,2	4,6	20,3	SE
26/02/2015	5,9	5,4	23,7	SE
27/02/2015	11,9	5,4	23,5	SE
28/02/2015	12,2	5,3	23,2	SE
Promedio	10,21	4,07	17,85	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.5. VELOCIDAD DE FEBRERO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 13.3 m/s y el mínimo 6.1 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,21 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Febrero; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

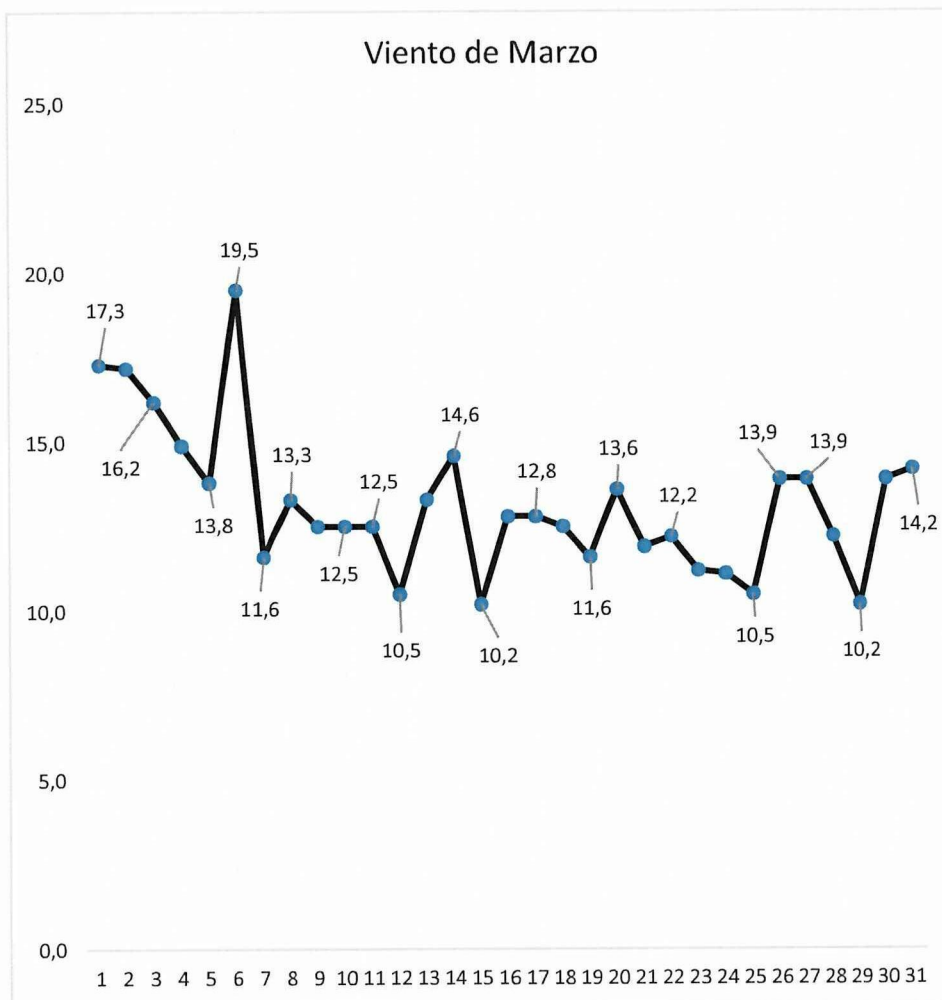


**TABLA 3.9. ESTUDIO EÓLICO DE MARZO**

MES DE MARZO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/03/2015	17,3	1,3	14,6	SE
02/03/2015	17,2	3,4	14,9	SE
03/03/2015	16,2	3,5	15,3	SE
04/03/2015	14,9	4,5	19,8	SE
05/03/2015	13,8	3,9	16,9	SE
06/03/2015	19,5	4,3	18,8	SE
07/03/2015	11,6	3,5	15,2	SE
08/03/2015	13,3	3,7	16,1	SE
09/03/2015	12,5	4,7	20,7	SE
10/03/2015	12,5	4,1	17,9	SE
11/03/2015	12,5	3,0	13,0	SE
12/03/2015	10,5	2,9	12,6	SE
13/03/2015	13,3	3,3	14,5	SE
14/03/2015	14,6	5,0	22,0	SE
15/03/2015	10,2	4,1	17,9	SE
16/03/2015	12,8	4,0	17,5	SE
17/03/2015	12,8	4,7	20,7	SE
18/03/2015	12,5	5,1	22,4	SE
19/03/2015	11,6	3,9	17,3	SE
20/03/2015	13,6	4,2	18,4	SE
21/03/2015	11,9	5,0	21,9	SE
22/03/2015	12,2	5,0	21,8	SE
23/03/2015	11,2	5,2	23,0	SE
24/03/2015	11,1	5,5	24,0	SE
25/03/2015	10,5	4,3	19,0	SE
26/03/2015	13,9	4,3	18,9	SE
27/03/2015	13,9	5,1	22,4	SE
28/03/2015	12,2	5,3	23,2	SE
29/03/2015	10,2	2,7	12,0	SE
30/03/2015	13,9	2,9	12,7	SE
31/03/2015	14,2	3,1	13,7	SE
Promedio	13,17	4,04	18,02	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.6. VELOCIDAD DE MARZO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

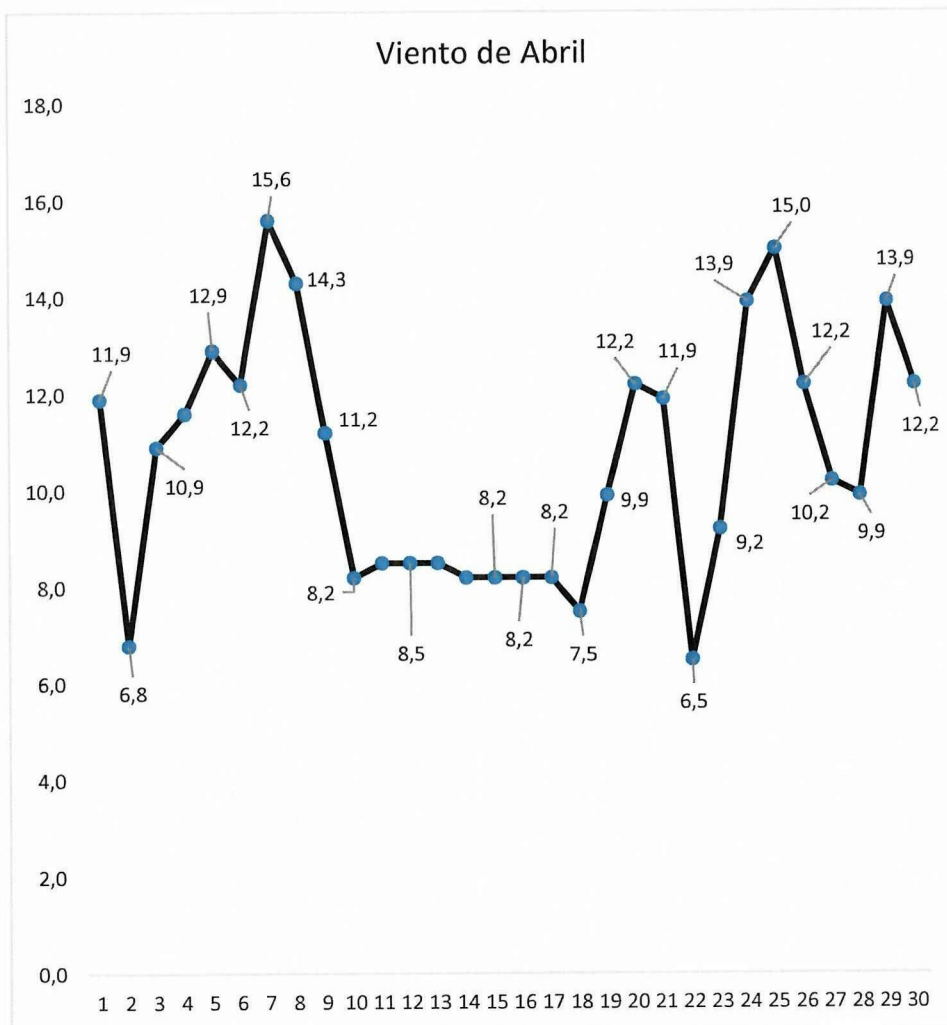
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 19.5 m/s y el mínimo 10.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 13,17 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Marzo; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.10. ESTUDIO EÓLICO DE ABRIL**

MES DE ABRIL				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/04/2015	11,9	4,7	20,6	SE
02/04/2015	6,8	4,4	19,4	SE
03/04/2015	10,9	4,9	21,3	SE
04/04/2015	11,6	4,7	20,4	SE
05/04/2015	12,9	3,9	16,9	SE
06/04/2015	12,2	4,3	19,0	SE
07/04/2015	15,6	3,1	13,7	SE
08/04/2015	14,3	4,0	17,6	SE
09/04/2015	11,2	5,1	22,2	SE
10/04/2015	8,2	4,8	20,9	SE
11/04/2015	8,5	2,7	12,0	SE
12/04/2015	8,5	2,9	12,9	SE
13/04/2015	8,5	3,2	14,0	SE
14/04/2015	8,2	5,1	22,2	SE
15/04/2015	8,2	3,8	16,7	SE
16/04/2015	8,2	4,0	17,5	SE
17/04/2015	8,2	4,7	20,7	SE
18/04/2015	7,5	5,1	22,4	SE
19/04/2015	9,9	4,0	17,6	SE
20/04/2015	12,2	4,4	19,1	SE
21/04/2015	11,9	5,0	21,9	SE
22/04/2015	6,5	5,1	22,4	SE
23/04/2015	9,2	5,3	23,1	SE
24/04/2015	13,9	5,7	24,8	SE
25/04/2015	15,0	4,3	19,0	SE
26/04/2015	12,2	4,3	18,9	SE
27/04/2015	10,2	5,1	22,4	SE
28/04/2015	9,9	4,9	21,7	SE
29/04/2015	13,9	4,5	19,9	SE
30/04/2015	12,2	4,4	19,5	SE
Promedio	10,61	4,41	19,34	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.7. VELOCIDAD DE ABRIL**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

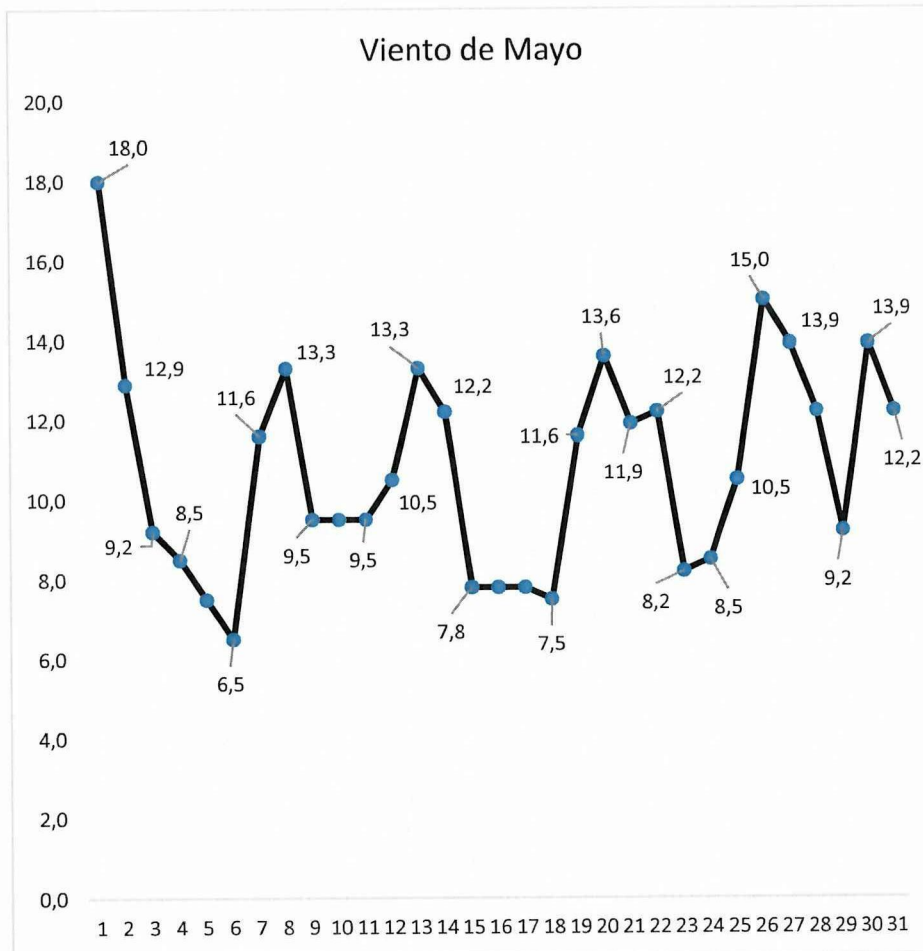
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 15.6 m/s y el mínimo 6.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,61 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Abril; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.11. ESTUDIO EÓLICO DE MAYO**

MES DE MAYO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/05/2015	18,0	4,0	17,6	SE
02/05/2015	12,9	3,1	13,4	SE
03/05/2015	9,2	2,9	12,7	SE
04/05/2015	8,5	2,7	11,7	SE
05/05/2015	7,5	2,2	9,5	SE
06/05/2015	6,5	2,5	10,8	SE
07/05/2015	11,6	2,1	9,2	SE
08/05/2015	13,3	2,4	10,5	SE
09/05/2015	9,5	3,1	13,4	SE
10/05/2015	9,5	2,6	11,4	SE
11/05/2015	9,5	2,5	11,0	SE
12/05/2015	10,5	1,9	8,4	SE
13/05/2015	13,3	4,0	17,5	SE
14/05/2015	12,2	4,3	18,7	SE
15/05/2015	7,8	3,8	16,7	SE
16/05/2015	7,8	2,6	11,3	SE
17/05/2015	7,8	2,9	12,8	SE
18/05/2015	7,5	3,4	14,7	SE
19/05/2015	11,6	3,4	14,7	SE
20/05/2015	13,6	3,8	16,8	SE
21/05/2015	11,9	4,2	18,3	SE
22/05/2015	12,2	4,8	21,0	SE
23/05/2015	8,2	4,7	20,4	SE
24/05/2015	8,5	4,8	21,2	SE
25/05/2015	10,5	5,0	21,8	SE
26/05/2015	15,0	5,2	22,7	SE
27/05/2015	13,9	5,3	23,4	SE
28/05/2015	12,2	5,2	22,7	SE
29/05/2015	9,2	4,9	21,3	SE
30/05/2015	13,9	3,4	14,7	SE
31/05/2015	12,2	E3,4	14,9	SE
<b>Promedio</b>	<b>10,83</b>	<b>3,57</b>	<b>15,64</b>	<b>SE</b>

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

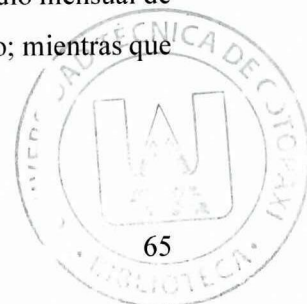
**GRAFICA 3.8. VELOCIDAD DE MAYO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### Interpretación

La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 18 m/s y el mínimo 6.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,83 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Mayo; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

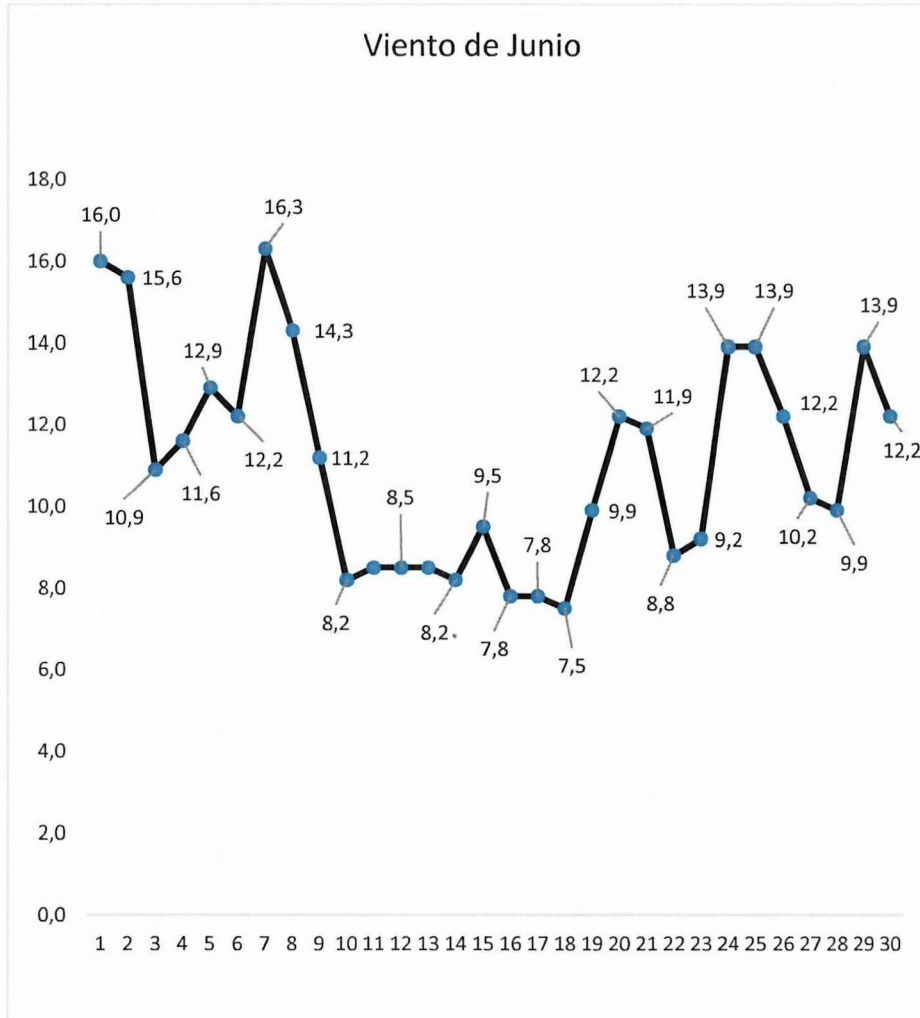


**TABLA 3.12. ESTUDIO EÓLICO DE JUNIO**

MES DE JUNIO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/06/2015	16,0	4,6	20,0	SE
02/06/2015	15,6	3,2	14,0	SE
03/06/2015	10,9	3,2	13,9	SE
04/06/2015	11,6	3,0	13,1	SE
05/06/2015	12,9	2,1	9,2	SE
06/06/2015	12,2	2,5	11,1	SE
07/06/2015	16,3	2,2	16,8	SE
08/06/2015	14,3	2,4	10,5	SE
09/06/2015	11,2	2,6	11,4	SE
10/06/2015	8,2	2,6	11,4	SE
11/06/2015	8,5	3,4	15,0	SE
12/06/2015	8,5	2,0	8,8	SE
13/06/2015	8,5	3,0	13,0	SE
14/06/2015	8,2	3,2	14,2	SE
15/06/2015	9,5	3,1	13,7	SE
16/06/2015	7,8	2,6	11,3	SE
17/06/2015	7,8	2,9	12,8	SE
18/06/2015	7,5	3,4	14,7	SE
19/06/2015	9,9	3,4	14,7	SE
20/06/2015	12,2	3,5	15,3	SE
21/06/2015	11,9	4,2	18,3	SE
22/06/2015	8,8	2,8	12,0	SE
23/06/2015	9,2	4,3	18,9	SE
24/06/2015	13,9	2,4	10,7	SE
25/06/2015	13,9	5,0	21,8	SE
26/06/2015	12,2	4,1	18,2	SE
27/06/2015	10,2	4,0	17,3	SE
28/06/2015	9,9	5,2	22,7	SE
29/06/2015	13,9	4,1	18,0	SE
30/06/2015	12,2	3,4	14,7	SE
Promedio	11,12	3,27	14,58	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.9. VELOCIDAD DE JUNIO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

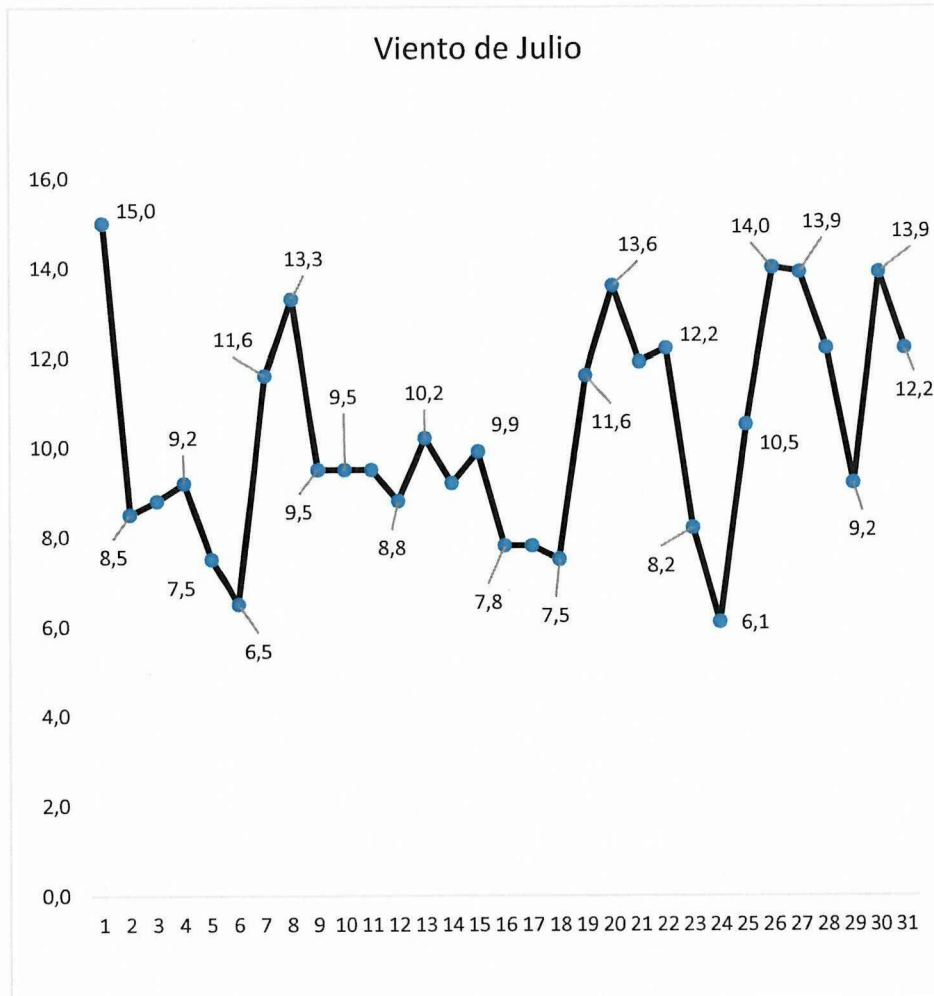
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 16.3 m/s y el mínimo 7.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 11,12 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Junio; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.13. ESTUDIO EÓLICO DE JULIO**

MES DE JULIO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/07/2015	15,0	4,4	19,1	SE
02/07/2015	8,5	3,4	14,9	SE
03/07/2015	8,8	3,2	14,2	SE
04/07/2015	9,2	2,8	12,2	SE
05/07/2015	7,5	2,1	9,4	SE
06/07/2015	6,5	2,6	11,3	SE
07/07/2015	11,6	2,2	9,5	SE
08/07/2015	13,3	2,1	9,0	SE
09/07/2015	9,5	2,6	11,4	SE
10/07/2015	9,5	2,6	11,4	SE
11/07/2015	9,5	2,5	11,0	SE
12/07/2015	8,8	1,9	8,4	SE
13/07/2015	10,2	3,3	14,5	SE
14/07/2015	9,2	3,2	14,2	SE
15/07/2015	9,9	3,1	13,7	SE
16/07/2015	7,8	2,6	11,3	SE
17/07/2015	7,8	2,9	12,8	SE
18/07/2015	7,5	3,4	14,7	SE
19/07/2015	11,6	3,4	14,7	SE
20/07/2015	13,6	3,5	15,3	SE
21/07/2015	11,9	4,2	18,3	SE
22/07/2015	12,2	2,8	12,0	SE
23/07/2015	8,2	4,7	20,4	SE
24/07/2015	6,1	4,8	21,2	SE
25/07/2015	10,5	5,0	21,8	SE
26/07/2015	14,0	4,1	18,2	SE
27/07/2015	13,9	4,0	17,3	SE
28/07/2015	12,2	5,2	22,7	SE
29/07/2015	9,2	4,1	18,0	SE
30/07/2015	13,9	3,4	14,7	SE
31/07/2015	12,2	3,2	13,8	SE
Promedio	10,31	3,32	14,55	SE

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.10. VELOCIDAD DE JULIO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 15 m/s y el mínimo 6.1 m/s dando como resultado un promedio mensual de 10,31 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Julio; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

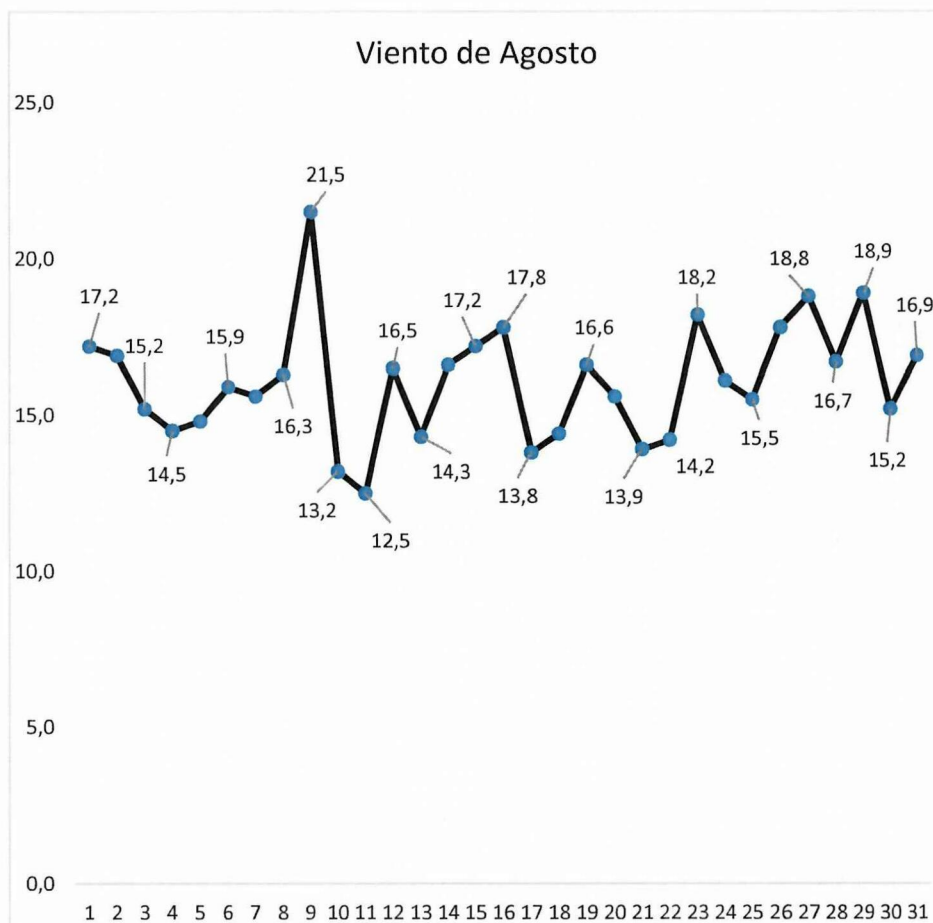
**TABLA 3.14. ESTUDIO EÓLICO DE AGOSTO**

MES DE AGOSTO				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/08/2015	17,2	4,1	17,9	SE
02/08/2015	16,9	3,0	13,0	SE
03/08/2015	15,2	2,9	12,6	SE
04/08/2015	14,5	3,3	14,5	SE
05/08/2015	14,8	5,0	22,0	SE
06/08/2015	15,9	4,1	17,9	SE
07/08/2015	15,6	4,0	17,5	SE
08/08/2015	16,3	4,7	20,7	SE
09/08/2015	21,5	5,1	22,4	SE
10/08/2015	13,2	3,9	17,3	SE
11/08/2015	12,5	2,5	11,0	SE
12/08/2015	16,5	1,9	8,4	SE
13/08/2015	14,3	3,3	14,5	SE
14/08/2015	16,6	3,2	14,2	SE
15/08/2015	17,2	2,1	9,2	SE
16/08/2015	17,8	2,6	11,3	SE
17/08/2015	13,8	2,9	12,8	SE
18/08/2015	14,4	3,4	14,7	SE
19/08/2015	16,6	3,4	14,7	SE
20/08/2015	15,6	2,1	9,3	SE
21/08/2015	13,9	4,2	18,3	SE
22/08/2015	14,2	2,8	12,0	SE
23/08/2015	18,2	2,3	9,9	SE
24/08/2015	16,1	2,1	9,2	SE
25/08/2015	15,5	2,6	11,3	SE
26/08/2015	17,8	2,4	10,7	SE
27/08/2015	18,8	2,2	9,8	SE
28/08/2015	16,7	5,2	22,7	SE
29/08/2015	18,9	4,1	18,0	SE
30/08/2015	15,2	3,4	14,7	SE
31/08/2015	16,9	3,3	14,4	SE
<b>Promedio</b>	<b>16,08</b>	<b>3,28</b>	<b>14,40</b>	<b>SE</b>

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)



**GRAFICA 3.11. VELOCIDAD DE AGOSTO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

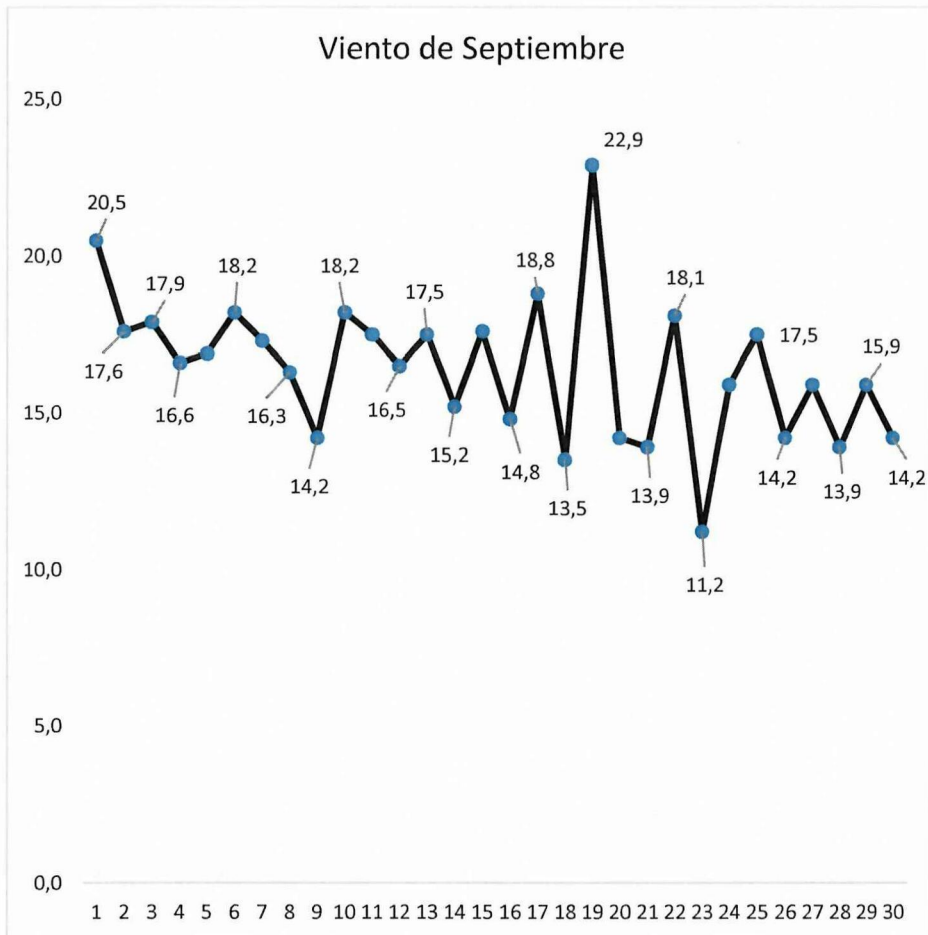
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 21.5 m/s y el mínimo 12.5 m/s dando como resultado un promedio mensual de 16,08 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Agosto; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA 3.15. ESTUDIO EÓLICO DE SEPTIEMBRE**

MES DE SEPTIEMBRE				
Fecha	Velocidad m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
01/09/2015	20,5	0,9	14,1	SE
02/09/2015	17,6	1,1	12,7	SE
03/09/2015	17,9	1,1	15,7	SE
04/09/2015	16,6	1,0	10,2	SE
05/09/2015	16,9	0,7	10,3	SE
06/09/2015	18,2	0,9	11,7	SE
07/09/2015	17,3	0,7	9,2	SE
08/09/2015	16,3	1,1	4,6	SE
09/09/2015	14,2	1,0	8,4	SE
10/09/2015	18,2	1,0	74,4	SE
11/09/2015	17,5	0,9	15,8	SE
12/09/2015	16,5	0,7	7,9	SE
13/09/2015	17,5	1,1	11,0	SE
14/09/2015	15,2	1,1	8,8	SE
15/09/2015	17,6	1,1	12,7	SE
16/09/2015	14,8	0,9	6,9	SE
17/09/2015	18,8	1,0	8,4	SE
18/09/2015	13,5	1,2	7,0	SE
19/09/2015	22,9	1,2	10,0	SE
20/09/2015	14,2	1,2	7,2	SE
21/09/2015	13,9	1,1	12,7	SE
22/09/2015	18,1	0,9	14,1	SE
23/09/2015	11,2	1,6	9,0	SE
24/09/2015	15,9	1,2	12,2	SE
25/09/2015	17,5	1,3	9,9	SE
26/09/2015	14,2	1,2	11,3	SE
27/09/2015	15,9	1,0	13,4	SE
28/09/2015	13,9	0,9	4,0	SE
29/09/2015	15,9	1,2	12,4	SE
30/09/2015	14,2	0,9	10,1	SE
<b>Promedio</b>	<b>16,43</b>	<b>1,03</b>	<b>12,53</b>	<b>SE</b>

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.12. VELOCIDAD DE SEPTIEMBRE**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

### **Interpretación**

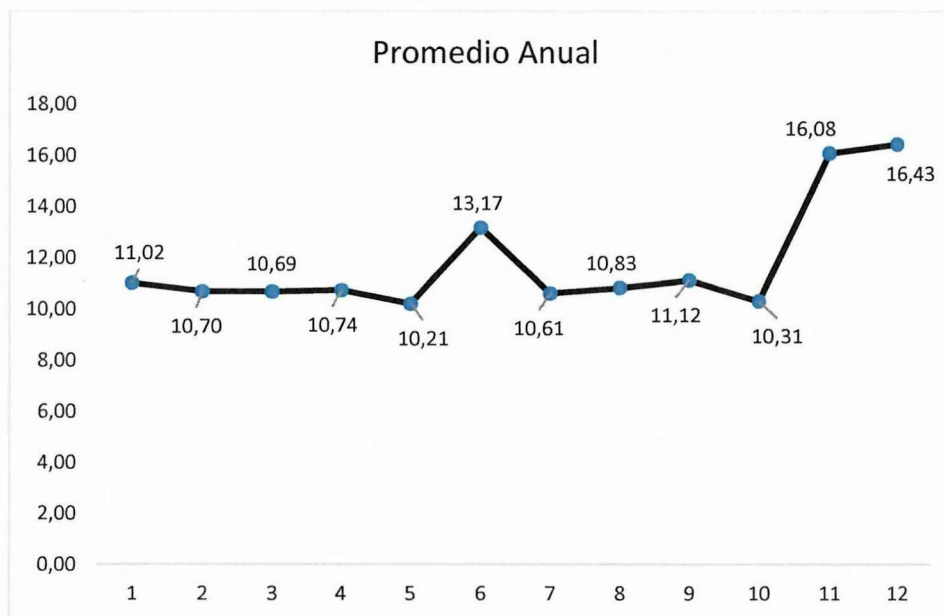
La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los días del mes, el valor max 22.9 m/s y el mínimo 11.2 m/s dando como resultado un promedio mensual de 16,43 m/s de velocidad de viento correspondiente al mes de Septiembre; mientras que la dirección predominante de viento que es de sureste (SE).

**TABLA: 3.16. TIEMPO DE ESTUDIO EÓLICO**

Tiempo de estudio				
MES	Velocidad del viento m/s	Temperatura mínima °C	Temperatura máxima °C	Dirección del viento
OCTUBRE	11,02	3,46	15,47	SE
NOVIEMBRE	10,70	3,85	17,13	SE
DICIEMBRE	10,69	3,76	16,70	SE
ENERO	10,74	4,13	18,09	SE
FEBRERO	10,21	4,07	17,85	SE
MARZO	13,17	4,04	18,02	SE
ABRIL	10,61	4,41	19,34	SE
MAYO	10,83	3,57	15,64	SE
JUNIO	11,12	3,27	14,58	SE
JULIO	10,31	3,32	14,55	SE
AGOSTO	16,08	3,28	14,40	SE
SEPTIEMBRE	16,43	1,03	12,53	SE
<b>PROMEDIO ANUAL</b>	<b>11,83</b>	<b>3,52</b>	<b>16,19</b>	<b>SE</b>

Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

**GRAFICA 3.13. VELOCIDAD DEL ESTUDIO EÓLICO**



Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## Interpretación

La gráfica muestra los valores obtenidos en cada uno de los meses del tiempo de estudio, dando como resultado un promedio anual de 11,83 m/s de velocidad de viento correspondiente al año de estudio; mientras que la dirección general de viento que es de sureste (SE).

### 3.6.1.1. Dirección del viento en el Páramo de Pansache

De acuerdo a cada uno de los datos que se adquirió por medio de un Anemómetro colocado en el Páramo de Pansache, se indicó que el viento de este sitio tiene una dirección hacia el Sureste, demostrando la Fuerza Coriolis, tal como se puede apreciar en la siguiente gráfica:

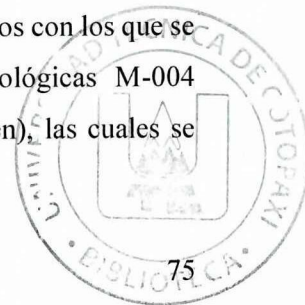
**GRAFICA 3.14. DIRECCIÓN DEL VIENTO**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### 3.6.2. Validación de datos del proyecto contra datos del INAMHI

En función de los datos obtenidos en el punto de proyecto denominado Tejar Miraflores Pansache (tabla 3.13.), se procede a validar los mismos con los que se obtuvieron del INAMHI en base a las estaciones meteorológicas M-004 (Rumipamba-Salcedo) y a la estación M-120 (Cotopaxi-Clirsen), las cuales se detallan en los anexos 9 y 10.



Entre las estaciones meteorológicas antes mencionadas se puede observar que no existen datos en la estación Cotopaxi-Clirsen, a pesar de ello se observa que entre estas estaciones el dato de mayor velocidad del viento es de 16 m/s, este es un dato bastante cercano al obtenido en el “Tejar Miraflores Pansache” el cual es de 16.08 m/s, y a su vez el promedio de velocidad en el INAMHI es de 8.93 m/s, a diferencia de que el promedio en el punto del proyecto es de 11.83 m/s, y este varía debido a la lejanía entre puntos, teniendo en cuenta que la velocidad del viento varía con altura.

El sector de Pansache se encuentra a 4.098 m.s.n.m., mientras que el Cantón Salcedo se encuentra a 2.685 m.s.n.m., este es el factor más importante en el estudio. Entre estos datos también existe una marcada diferencia con el mapa eólico del Ecuador (véase anexo 4), el cual nos manifiesta que la velocidad máxima es de 10 m/s, y el promedio es de 6.4 m/s, estos datos del mapa eólico son datos generales de la Provincia de Cotopaxi.

### **3.6.3. Validación de datos del viento entre el proyecto y el Aeropuerto de Cotopaxi**

En función a la tabla 3.16., y al anexo 5, validamos los datos del proyecto teniendo en cuenta la diferencia de alturas entre puntos.

**TABLA 3.17. RELACIÓN DE DATOS**

MES	AEROPUERTO		PANSACHE		INAMHI		Relación entre datos del Aeropuerto y Pansache		Relación entre datos del Aeropuerto y Inamhi		Relación entre datos del Pansache y Inamhi	
	Aeropuerto m/s	Altura m.s.n.m.	Pansache m/s	Altura m.s.n.m.	Inamhi Salcedo m/s	Altura m.s.n.m.	Dif. altura aero.-pan(m)	Dif. Vel. M/s	Dif. Altura aero.-inamhi(m)	Dif. Vel. m/s	Dif. Altura pan.-inamhi(m)	Dif. Vel. m/s
Octubre	6,41	2805,7	11,02	4098	7,00	2685	1292,3	4,61	120,7	-0,59	1413	4,02
Noviembre	4,43	2805,7	10,7	4098	6,00	2685	1292,3	6,27	120,7	-1,57	1413	4,7
Diciembre	7,19	2805,7	10,69	4098	0,00	2685	1292,3	3,5	120,7	7,19	1413	10,69
Enero	7,92	2805,7	10,74	4098	6,00	2685	1292,3	2,82	120,7	1,92	1413	4,74
Febrero	7,59	2805,7	10,21	4098	8,00	2685	1292,3	2,62	120,7	-0,41	1413	2,21
Marzo	4,78	2805,7	13,17	4098	8,00	2685	1292,3	8,39	120,7	-3,22	1413	5,17
Abril	7,73	2805,7	10,61	4098	8,00	2685	1292,3	2,88	120,7	-0,27	1413	2,61
Mayo	3,94	2805,7	10,83	4098	8,00	2685	1292,3	6,89	120,7	-4,06	1413	2,83
Junio	10,72	2805,7	11,12	4098	7,00	2685	1292,3	0,4	120,7	3,72	1413	4,12
Julio	8,24	2805,7	10,31	4098	8,00	2685	1292,3	2,07	120,7	0,24	1413	2,31
Agosto	8,14	2805,7	16,08	4098	8,00	2685	1292,3	7,94	120,7	0,14	1413	8,08
Septiembre	6,81	2805,7	16,43	4098	8,00	2685	1292,3	9,62	120,7	-1,19	1413	8,43
Promedio	6,99		11,83		6,83			4,83		0,16		5,0

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipé Mora, E.A. (2015)

En la relación de datos observados en la tabla 3.17., determinamos que la altura es un factor predominante para el aumento de la velocidad del flujo de viento teniendo una variación marcada de 4,83 m/s en la velocidad promedio entre los datos del aeropuerto y el punto del proyecto, de la misma manera observamos que la velocidad promedio entre la estación Salcedo (INAMHI) y el punto del proyecto es de 5 m/s, esto es por efectos de viento y por las diferentes rugosidades del terreno.

Esto ayuda a determinar que se cumple la Ley exponencial de Hellmann, la cual manifiesta que a mayor altura se incrementa la velocidad del viento.

#### **3.6.4. Análisis del requerimiento energético**

El proyecto tiene como objetivo principal estudiar y analizar el potencial eólico y otorgar de energía eléctrica en base al uso de energía eólica como del Páramo de Pansache, para lo cual es muy importante analizar el requerimiento energético de la hacienda .

Para ello se realizó un estudio con el propósito de mejorar las condiciones de vida adecuadas mediante una red eléctrica, a través del aprovechamiento de los recursos naturales del sector como son: la velocidad del viento con la que cuenta este páramo.

Por ello es necesario identificar y analizar las principales actividades que se realizan en la hacienda, con respecto al consumo energético como son el uso de focos o bombillas, una televisión, una radiograbadora, una dvd, una cafetera y una sandwichera que serán utilizadas los días en que la asociación se reúna. (Véase tabla 3.18)

**TABLA 3.18. DEMANDA ENERGÉTICA**

DEMANDA ENERGÉTICA							
ITEM	DESCRIPCIÓN	Potencia consumida (W)	CANTIDAD	POTENCIA INSTALADA (W)	HORAS DE USO DIARIO	FACTOR DE CONCUMO	CONSUMO (W)
1	Lámparas	60	7	420	6	0,25	105,00
2	Televisión	110	2	220	4	0,17	36,67
3	Radio	60	1	70	8	0,33	23,33
4	Dvd	30	2	60	4	0,17	10,00
5	Cafetera	400	1	400	3	0,13	50,00
6	Sandwichera	500	1	500	1	0,04	20,83
SUBTOTAL							245,83
RESERVA 20%							50
TOTAL							295,83

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### 3.7. CÁLCULO DE POTENCIAL

#### 3.7.1. Cálculo de Potencial eólico

El cálculo del potencial eólico esta dado a través de la Ley Exponencial de Hellmann, mediante la aplicación de la **Ec. 1**

$$\bar{V}_h = \bar{V}_a \left( \frac{H_h}{H_a} \right)^\alpha \quad \text{Ec. 1}$$

Entonces, reemplazando datos en la ecuación 1 se obtiene la velocidad media del tiempo de estudio.

$$\bar{V}_h = 11.83 \text{ m/s} \left( \frac{10 \text{ m}}{2 \text{ m}} \right)^{0.12}$$

$$\bar{V}_h = 14.35 \text{ m/s}$$

La densidad en el lugar de la investigación está determinada por la **Ec. 3**.

$$\rho = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-Z}{8435}\right) - \left(\frac{T-15}{288}\right)\right]} \quad \text{Ec. 3}$$

El valor Z es el valor de la altura en m.s.n.s. (metros sobre el nivel del suelo), y T es la temperatura promedio y estos valores se los obtiene del punto de posicionamiento del lugar del proyecto, donde se obtiene.

$$\rho = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-10}{8435}\right) - \left(\frac{9.85-15}{288}\right)\right]}$$

$$\rho = 1,225 e^{[-0.0011855] - [-0.017882]}$$

$$\rho = 1,225 e^{[0.0166964]}$$

$$\rho = 1,2456 \frac{kg}{m^3}$$

Entonces se reemplazan los datos en la Ec. 2

$$\text{Potencial eólico} = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v^3 \cdot r^2 \cdot \pi \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Potencial eólico} = \frac{1}{2} \cdot 1.2456 \frac{kg}{m^3} \cdot \left(14.35 \frac{m}{s}\right)^3 \cdot (0.74m)^2 \cdot \pi$$

$$\text{Potencial eólico} = 3166.31 W$$

### 3.8. DETERMINACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN

#### 3.8.1. Determinación de la potencia del aerogenerador

Mediante la determinación de la potencia eficiencia del sistema se obtiene el dato real de dimensionamiento del aerogenerador, basados en la Ec. 6

$$Pe = \text{Potencial eólico} * 0.45 \quad \text{Ec. 6}$$

$$Pe = \text{Potencial eólico} * 0.45$$

$$Pe = 3166.31 * 0.45$$

$$Pe = 1424.84 \text{ W}$$

El aerogenerador idóneo para el Páramo de Pansache es de 1300 W, dato obtenido del cálculo de potencial eólico, las mediciones dentro del tiempo de estudio, la potencia efectiva obtenida del cálculo y teniendo en cuenta la demanda energética.

### 3.9. RELACIÓN DE TURBULENCIA

La relación de turbulencia se realiza en función de los datos obtenidos a través del anemómetro durante el tiempo de estudio.

A continuación se detalla el cálculo de turbulencia con el uso de la velocidad mínima y máxima anual, en base a la tabla 3.16.

En función de la Ec. 5, tenemos:

$$TI = \frac{\sigma_v}{v} \quad \text{Ec. 5}$$

Y para obtener la velocidad estándar, empleamos la Ec. 6; así:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((V_i - V)^2)} \quad \text{Ec. 6}$$

$n$  = número de lecturas del mes de registro más bajo

$v_i$  = dato menor de la tabla 3.16

$v$  = dato mayor del mes de registro más bajo

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{28-1} * 28 * (10.21 - 13.6)^2}$$

$$\sigma_v = \sqrt{0.03 * 28 * 11.49}$$

$$\sigma_v = 3.10$$

Si reemplazamos el resultado de la Ec. 6 en la Ec. 5, tenemos:

$$TI = \frac{\sigma_v}{V}$$

$$TI = \frac{3.10}{13.6}$$

$$TI = 0.22$$

En función de la Ec. 5, tenemos:

$$TI = \frac{\sigma_v}{V} \quad \text{Ec. 5}$$

Y para obtener la velocidad estándar, empleamos la Ec. 6; así:

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n ((V_i - V)^2)} \quad \text{Ec. 6}$$

$n$  = número de lecturas del mes de registro más alto

$v_i$  = dato menor de la tabla 3.16

$v$  = dato mayor del mes de registro más alto

$$\sigma_v = \sqrt{\frac{1}{30-1} * 30 * (16.43 - 22.90)^2}$$

$$\sigma_V = \sqrt{0.034 * 30 * 41.86}$$

$$\sigma_V = 6.53$$

Si reemplazamos el resultado de la Ec. 6 en la Ec. 5, tenemos:

$$TI = \frac{\sigma_V}{V}$$

$$TI = \frac{6.53}{22.90}$$

$$TI = 0.285$$

De acuerdo a los datos de turbulencia obtenidos en el cálculo realizado, se determina que se encuentra dentro de los parámetros establecidos, según Muciño Morales, David Eduardo, que realizó el proyecto de tesis titulado “Evaluación del Recursos Eólico en Ciudad Universitaria” en la Ciudad de México; y el rango oscila en 0.1 y 0.4.

### 3.10. VIDA ÚTIL DEL EQUIPO

La vida útil de los equipos se determina de la **Ec. 7**.

$$Vu = \frac{\text{vida útil del fabricante}}{\text{horas de trabajo anual}} \quad \text{Ec. 7}$$

$$Vu = \frac{175200 \text{ h} * \text{año}}{6570 \text{ h}}$$

$$Vu = 26.6 \text{ años}$$

Para llevar a este lapso de tiempo, se debe apegar al manual de operación y mantenimiento de los equipos.

### **3.11. RELACIÓN DE DATOS ENTRE EL PROYECTOS Y EL INAMHI**

Para realizar la relación de datos fue necesario obtener el mapa eólico del Ecuador, y el detalle de la Provincia de Cotopaxi (anexo 4), en la cual indica una de velocidades de viento de forma general; es aquí donde existen diferencia no tan cargadas debido a que la tabla otorga velocidades entre 7 a 8.5 m/s de velocidad del viento y mayores.

En el mapa eólico (anexo 4), determina que la velocidad del viento puede llegar hasta los 10 m/s, debido a esos datos existen diferencia ya que el Proyecto que se realizó en el Tejar Miraflores Pansache, proporciona sus propios datos debido a que el estudio se lo realizó directamente en el punto del proyecto.

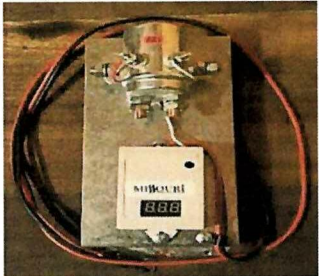

### **3.12. EQUIPOS UTILIZADOS EN EL MONTAJE DEL SISTEMA**

Para realizar el montaje se seleccionaron los siguientes equipos eléctricos, electrónicos y mecánicos, los cuales se encargaron de la generación de la energía eléctrica. (Véase Tabla 3.19)

**TABLA 3.19: RESUMEN DE EQUIPOS**

EQUIPO	CARACTERISTICAS	IMAGEN	
<b>GENERADOR EÓLICO ELÉCTRICO</b>	Marca: Missouri Potencia: 750 W Voltaje (Vo): 12V RPM: 900		
<b>VELETA</b>	Marca: Raptor Doble brazo 710x228x710mm Aleta calibre 16 Longitud de veleta: 419mm		
<b>INVERSOR DE CORRIENTE</b>	Marca: 69binv800 Modelo: SI-1600 w Inversor: DC-AC Imput: 12 VDC Output:120 VAC Frecuencia: 60 Hz Compatible con batería de GEL DIMENSION:288*164*96mm		
<b>DISCO PARA ASPAS</b>	Diámetro: 170 mm y 6,5 mm de espesor Material: Acero endurecido Para 5 aspas		
<b>RESISTENCIAS PARA FRENO</b>	Para sistemas de 12V 300 vatios de potencia resistencia de 73 Ω Diámetro: 22cm Material: porcelana		
<b>BATERIA DE GEL</b>	Marca: Ultra CELL Modelo: UCG85-12 Voltaje: 12 V Amperaje: 85 A/h Duración: 20 Horas Temperatura de uso: de 3 a 25 °C Peso: 26,7 kg		



<p><b>REGULADOR DE CARGA</b></p>	<p>Marca: Missouri Amperaje alto - 440 A Estado de batería LED Carcasa de acero Puede desviar el origen para carga o descarga tanto de las baterías o de fuente.</p>	
<p><b>ASPAS PARA GENERACIÓN</b></p>	<p>Marca: Raptor Material: Fibra de carbono La base de la aspa es de 15 cm de ancho, Aspa de 2,8 cm de ancho en la punta Peso: 0.46 kg c/u Largo de 74cm Rotación horaria</p>	

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

## CONCLUSIONES

- El consumo promedio de la vivienda en la hacienda al ser este de 295.83w/día, y la potencia instalada del sistema eólico es 750 w/día, con esta capacidad se superó la demanda y de la misma manera se ofrece un rango de amplitud para la instalación de algún otro aparato eléctrico.
- El estudio de factibilidades determinó que de acuerdo a datos técnicos, operativos y gastos económicos es aceptable la implementación de una aerogenerador de 750 W sobre la implementación una nueva red eléctrica o sobre un generador de combustión interna.
- Con la gran velocidad de viento y a la altura que se lo colocó el aerogenerador, en la prueba de funcionamiento se obtuvo 49 VDC lo cual nos confirma la existencia de la energía eólica necesaria para la generación.
- El regulador de carga fue configurado a 15 VDC, al llegar a ese voltaje se accionó el freno y las resistencias, esto para evitar un envalamiento de las aspas y su posterior daño, de esta manera se asegura el sistema y su vida útil.
- Al medir voltaje continuo a la entrada de la batería y a la salida del regulador se determinó que no existen pérdidas de voltaje en el conductor.

## RECOMENDACIONES:

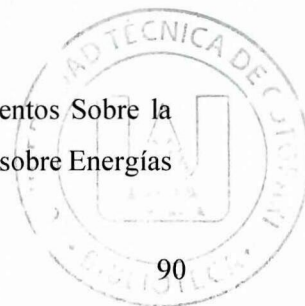
- El aerogenerador se debe instalar en un parte independiente de obstáculos y donde la velocidad del viento sea la más adecuada posible.
- Para los diversos sistemas de generación en base a recursos naturales se debe colocar alambre de aluminio para las conexiones del sistema, debido a que este material en calibres 2-4-6-8, evitan al 100% la caída del voltaje.
- Los beneficiarios del sistema deben tener mucho cuidado al movilizarse en las cercanías de la torre y tensores, pueden ser víctimas de golpes o magulladuras al momento de caminar y no fijarse donde se encuentran los elementos antes mencionados.
- Es necesario que a futuro se compartir este tipo de proyectos con la colectividad en los sectores marginales que todavía existen y no son tomados en cuenta para brindar los servicios básicos indispensables.
- Es necesario dar mantenimiento al equipo para tener un mejor funcionamiento óptimo en el pasar de los años.

## **BIBLIOGRAFÍA**

### **Citada**

- BAJAÑA QUINTANA, MANUEL ALEJANDRO, proyecto de tesis titulado “Análisis de generación de energía de un mini parque eólico”, en el año 2013.
- CHAFLA YAMBA, EDISON XAVIER Y SANDOVAL VIZUETE, PAOLA NATALY “Proyecto de tesis titulado “Estudio, Diseño e Implementación de un Prototipo para la Generación de Energía Eléctrica a partir de la Energía Eólica para su aprovechamiento en viviendas de la comunidad de Apagua Provincia de Cotopaxi”, en el año 2012”.
- GARCÍA VÁZQUEZ, MIGUEL ÁNGEL, Proyecto de tesis de maestría titulado “Aspectos Económicos, Tecnológicos y Ambientales de la Energía Eólica Para la Generación de Electricidad en México” en la Ciudad de México, año (2006).
- GARZÓN SORIA, CARLOS PABLO. Proyecto de tesis titulado “Evaluación de alternativas de generación de electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas.” En el Instituto Politécnico Superior José Antonio Echeverría, año (2010).
- GÓMEZ PRIETO, JAVIER ORLANDO y ARREGUI PORTILLO, GUILLERMO, en su libro Energías renovables y empleo en la Comunidad Autónoma de Madrid: Situación actual; año (2009).
- HERNANDEZ RODRIGUEZ, CARLOS. (2008, 1ra Ed.). Energías Renovables y Eficiencia Energética. Instituto Tecnológico de Canarias, España.

- HUGH RUDNICK VAN DE WYNGARD, Profesor Titular de la Pontificia Universidad Católica de Chile. “ENERGIA EOLICA, LA GENERACION” en la Ciudad de Chile, año 2007.
- MALDONADO RIVERA, DIEGO Y DE JERONIMO TOROMORENO, DANIEL XAVIER, Proyecto de tesis titulado “Ubicación de un parque de Energía Eólica en la Costa Ecuatoriana, año (2008).
- MINISTERIO DE ELECTRICIDAD Y ENERGÍAS RENOVABLES MEER, Mapa Eólico del Ecuador.
- MOHR RIOSECO, RICARDO ALBERTO, Proyecto de Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería. “INSERCIÓN DE GENERADORES DE ENERGÍA RENOVABLE EN REDES DE DISTRIBUCIÓN”.
- MUCIÑO MORALES, DAVID EDUARDO, Proyecto de tesis titulado “Evaluación del Recursos Eólico en Ciudad Universitaria” en la Ciudad de México en el año 2009.
- PARRA CALDERON, FREDDY EDMUNDO, Proyecto de tesis titulado “Posibilidades de Generación de Energía Solar en el Ecuador”, en el año 2002
- ROLAN VILORIA, JOSÉ. (2013) en su libro titulado “Energías Renovables lo que hay que saber”.
- ROLDAN VILORIA, JOSÉ (2008), en su libro titulado Energías renovables.
- SÁNCHEZ CAMPOS, TEODORO (1997), Algunos Elementos Sobre la Energía Eólica, presentado en el “II Seminario Internacional sobre Energías



Renovables”. Bolivia.

- SÁNCHEZ, SANTIAGO, del libro Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones. Quito: A/H Editorial año (2004).
- SAGARDOY IGNACIO, Proyecto de tesis titulado “Análisis de Ciclo de Vida Aerogenerador IVS 4500”, año 2012.
- SCHALLENBERG RODRÍGUEZ, JULIETA. (2008, 1ra Ed.), en su libro Energías Renovables y Eficiencia Energética, Instituto Tecnológico de Canarias.

### **Linkografía**

- DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA Y ENERGIA, GOBIERNO DE CANARIAS, (2011). Guía técnica de aplicación para instalaciones de energías renovables. Recuperado el 19 de Marzo de 2015, de [http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272735\\_GuiaEolica\\_GobCan.pdf](http://www.agenergia.org/files/resourcesmodule/@random49917eec3c3bd/1234272735_GuiaEolica_GobCan.pdf)  
[http://www.tedesna.com/images/esque\\_termica.jpg](http://www.tedesna.com/images/esque_termica.jpg)  
<https://energiasrenovables.files.wordpress.com/2009/03/dibujo66.jpg?w=500&h=361>
- Imágenes de Google. Elementos de control y carga  
<http://eliseosebastian.com/wp-content/uploads/2012/07/Capas3.jpg>  
<http://energiadoblezero.com/wp-content/uploads/2013/05/biomasa1.jpg>  
<http://www.solostocks.com/img/inversor-de-corriente-12-220v-1800w-6532128z0.jpg>
- Imágenes de Google. Sistema de generación eólica  
[content/uploads/2010/03/turbina\\_eolica.jpg](content/uploads/2010/03/turbina_eolica.jpg)  
<http://portal.ipb.pt:7778/pls/portal/docs/1/286000.JPG>  
[http://web.ing.puc.cl/power/alumno10/wind/index12\\_clip\\_image004.gif](http://web.ing.puc.cl/power/alumno10/wind/index12_clip_image004.gif)

<http://www.antisolar.cl/wp-content/uploads/2010/06/EOLICAS.jpg>

- Imágenes de Google. Tipos de energía renovable, Recuperado el 9 de Julio del 2015, de <http://www.estrucplan.com.ar/Boletines/0869/energia-alternativa-16.jpg>
- Ing. PRANDO, R., (2014). Energías Renovables en la Industria de Procesos con Energía Solar. Recuperado el 18 de Marzo de 2015, de INSTITUTO ESPACIAL ECUATORIANO, GEOPORTAL, (2015). Visualizador de mapas. Recuperado el 30 de Marzo del 2015, de <http://www.institutoespacial.gob.ec/geoportal/601-2/>
- MORENO FIGUEREDO, C., HERRERA SANCHÉZ, O., Centro de Estudios de Tecnologías Energéticas Renovables (CETER), del Instituto Superior Tecnológico José Antonio Echeverría (CUJAE), (2011). Método simplificado para la determinación del potencial eólico cuando se desean instalar pequeñas máquinas eólicas. Recuperado 20 de Marzo de 2015, <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Ecosolar/Ecosolar24/HTML/articulo01.htm>

## **GLOSARIO DE TÉRMINOS**

### **A**

**Aerogenerador.-** Máquina que se encarga de transformar la energía del viento en energía eléctrica.

**Acceso a la red eléctrica.-** Derecho a emplear la red de transporte o de distribución de toda persona que suministre electricidad a esa red o reciba suministro de ella.

**Acumulador.-** Dispositivo que almacena como energía química la energía eléctrica que le ha sido previamente suministrada para restituirla cuando se considere necesaria.

**Anclaje.-** Sistema por el cual se fija un equipo mediante el tendido de sus anclas y el tensado de sus cadenas o cables.

**Anemómetro.-** Se utiliza para medir la velocidad del viento. Sus señales son empleadas por el controlador electrónico para conectar el aerogenerador cuando el viento alcance la velocidad de arranque. Si la velocidad es superior a la de corte, el ordenador parará el aerogenerador para evitar desperfectos en el mismo.

### **B**

**Balanceo.-** Movimiento que hace un cuerpo, inclinándose a un lado y a otro.

**Buje.-** Centro del rotor donde se encastran las palas.

### **C**

**Carcasa.-** La carcasa es la parte que protege y cubre al estator y al rotor, el material empleado para su fabricación depende del tipo de motor, de su diseño y su aplicación.

**Coefficiente de potencia.-** El coeficiente de potencia mide la eficiencia con la que el aerogenerador convierte la energía eólica en electricidad. Se obtiene dividiendo la potencia eléctrica disponible entre la potencia eólica de entrada.

**Combustible.-** Cuerpo o sustancia que puede arder, sobre todo si con ello produce energía.

**Conexión.-** Cierre de un interruptor automático o manual por la acción de dispositivos de control o de protección.

**Controlador electrónico.-** Posee un ordenador que continuamente monitorea las condiciones del aerogenerador y controla el mecanismo de orientación. En caso de cualquier disfunción, automáticamente detiene el aerogenerador.

**Corriente continua.-** Corriente eléctrica que, independientemente del valor de su intensidad, tiene siempre el mismo sentido.

**Corriente alterna.-** Corriente eléctrica que invierte periódicamente su sentido, o que es variable en el tiempo, debido a eso su salida es una onda senoidal.

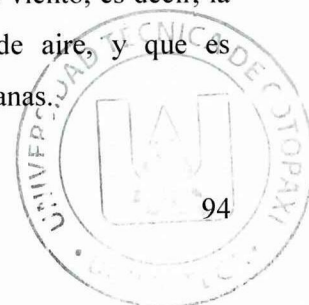
## **D**

**Densidad del aire.-** La energía cinética del viento depende de la densidad del aire, es decir, cuanto más peso posea el aire más energía recibirá la turbina.

## **E**

**Embalamiento.-** Condición de funcionamiento del aerogenerador caracterizada por la inexistencia de par resistente en el generador que contrarreste el motor del rotor, lo que produce un aumento de la velocidad de rotación de palas.

**Energía eólica.-** Es la energía obtenida por la velocidad 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.



**Energía mecánica.-** Es parte de la física que estudia el equilibrio y el movimiento de los cuerpos sometidos a la acción de fuerzas.

**Energía renovable.-** Es la energía que se obtiene de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales y sumamente rápido.

## **F**

**Factor de potencia.-** Relación entre la potencia mecánica producida por el rotor teórica correspondiente a una velocidad de viento incidente sobre la superficie del rotor total.

**Frecuencia.-** Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.

**Freno aerodinámico.-** Dispositivo de freno del rotor a través de la limitación de la fuerza de sustentación de la palas, reduciendo el par motriz.

## **G**

**Generador síncrono.-** También denominado generador síncrono bipolar de imán permanente. Es síncrono porque el imán del centro girará a una velocidad constante síncrona (girando exactamente como el ciclo) con la rotación del campo magnético y bipolar porque tiene un polo norte y un polo sur.

**Góndola.-** Dentro de la góndola se encuentran el multiplicador y el generador eléctrico, dos de los componentes claves del aerogenerador. Para acceder al interior de la góndola ha de hacerse desde la torre de la turbina. El rotor del aerogenerador, formado por las palas y el buje, está situado a la izquierda de la góndola.

## **I**

**Inducción.-** Producción de una carga eléctrica inducida en un generador síncrono de imanes permanentes.

**Inversor de corriente.-** Transforma la electricidad almacenada en forma de corriente continua, en electricidad apta para uso doméstico: corriente alterna a 110 o 220 V.

## **M**

**Máquina.-** Conjunto de mecanismos dispuestos para producir, aprovechar o regular una energía motriz.

**Mecanismo de orientación.-** El mecanismo de orientación de un aerogenerador es utilizado para girar el aerogenerador en contra del viento, de forma que pase a través del rotor la mayor proporción posible de energía eólica.

**Multipalas.-** Tipo de aerogenerador de baja velocidad caracterizado por su gran número de palas así como por la disposición del eje de giro perpendicular a la velocidad del viento y que presenta una forma adecuada para su uso aerodinámico.

## **P**

**Pala.-** Elemento del aerogenerador que por aprovechamiento aerodinámico transforma la energía cinética del viento en energía mecánica en el eje del generador.

**Par motriz.-** Par generado por las fuerzas aerodinámicas que actúan sobre las palas en el eje del rotor provocando el movimiento del mismo.

**Parque eólico.-** Instalación eólica que comprende varios aerogeneradores y su infraestructura eléctrica, de medición y control correspondiente.

**Paso de pala.-** Medida geométrica proporcional al ángulo formado por la cuerda del perfil en el encastre de la pala, con la dirección del eje de giro.

## **R**

**Regulador de carga.-** Es un dispositivo electrónico el cual se encarga de medir los niveles de carga de la batería, y así permitirle su carga o descarga.

**Rosa de vientos.-** Gráfico que representa la frecuencia con la que se produce la velocidad de viento en las distintas direcciones.

**Rotor.-** es la parte móvil de una maquina eléctrica específicamente de motores y generadores.

**Rodamiento.-** Parte mecánica que se utiliza para hacer eje rotativo.

## **S**

**Síncrono.-** Se los denomina cuando describe objetos o eventos que están coordinados en el tiempo.

## **T**

**Tensor mecánico.-** Es aquel que representa la fuerza en función de la unidad de área

**Torre.-** Soporta el generador, el rotor y la veleta. Es mejor cuanto más alta ya que a mayor altura mayores velocidades de viento.

## **V**

**Veleta.-** La veleta es utilizada para medir la dirección del viento, envía sus señales al controlador electrónico de forma que éste pueda girar el aerogenerador en contra del viento utilizando el mecanismo de orientación.

**Velocidad de arranque.-** Velocidad mínima de viento por encima de la cual el rotor comienza a girar.

**Velocidad de corte.-** Velocidad máxima de viento por encima de la cual rotor deja de suministrar potencia al eje motor.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### PARTES Y MONTAJE DEL SISTEMA

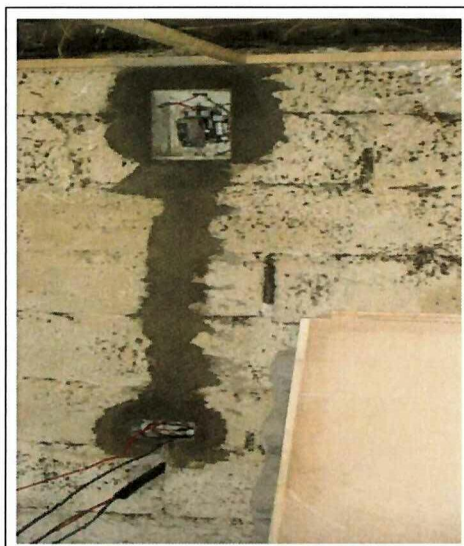
**AEROGENERADOR**



**BATERIA Y INVERSOR**



**BREAKER ELECTRICO**

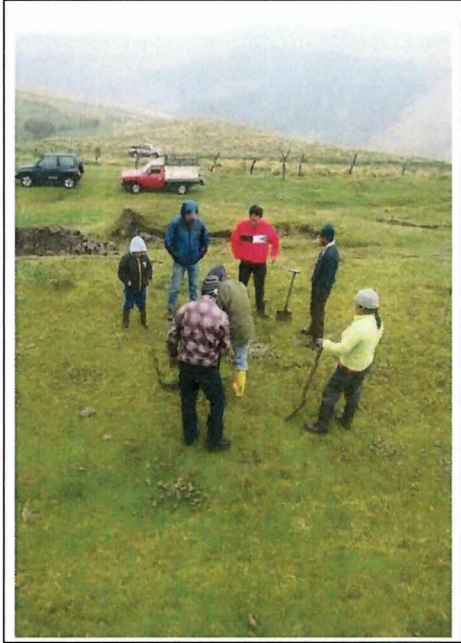


**TORRE**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

## COSTRUCION DE LA BASE



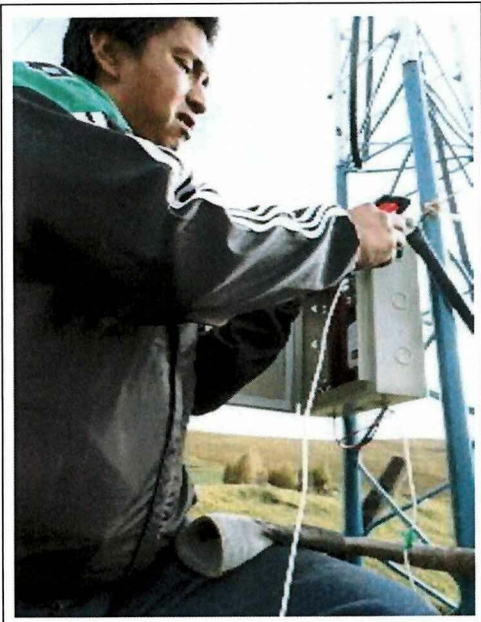
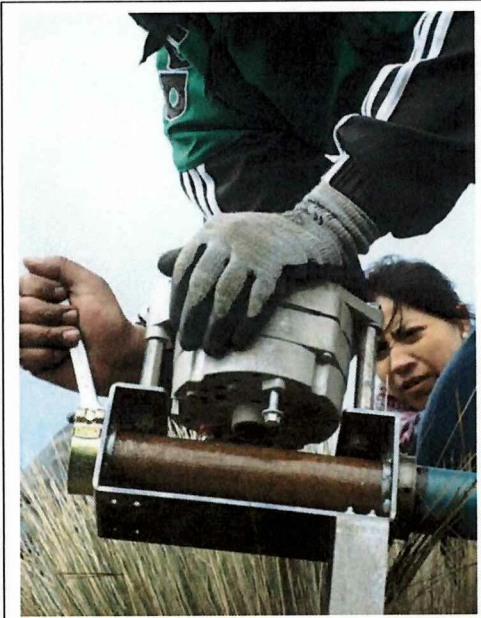
**FUENTE:** Autores: Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## PREPARACIÓN Y MONTAJE AEROGENERADOR Y TORRE



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

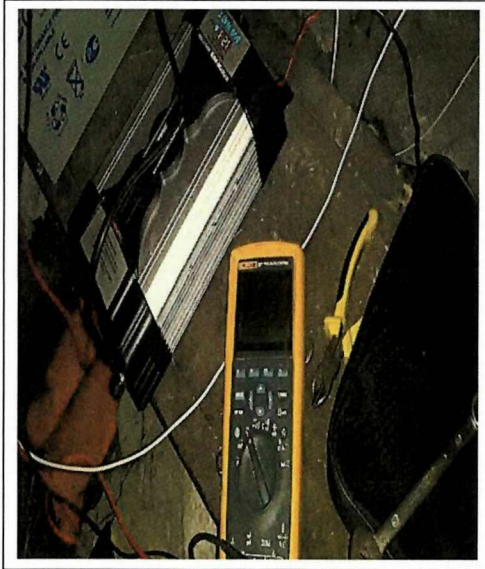
**PREPARACIÓN Y MONTAJE, TORRE, AEROGENERADOR**



**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

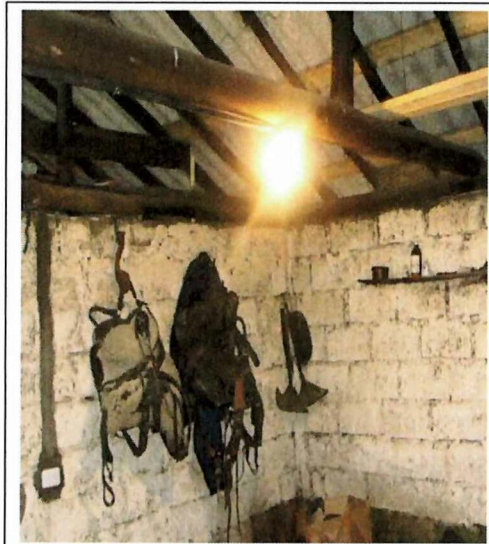
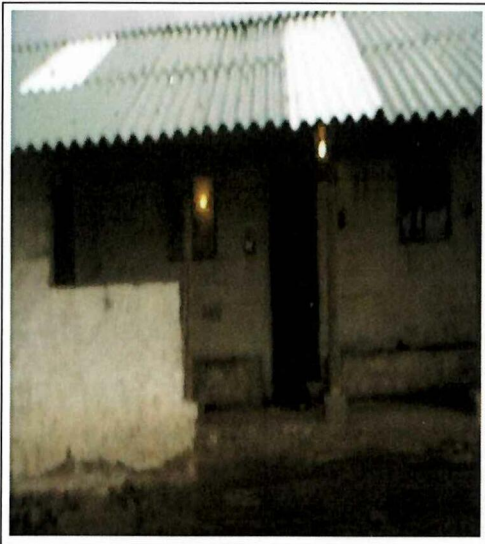
**VOLTAJE CONTINUO**



**GENERADOR**



**VIVIENDA ILUMINADA**

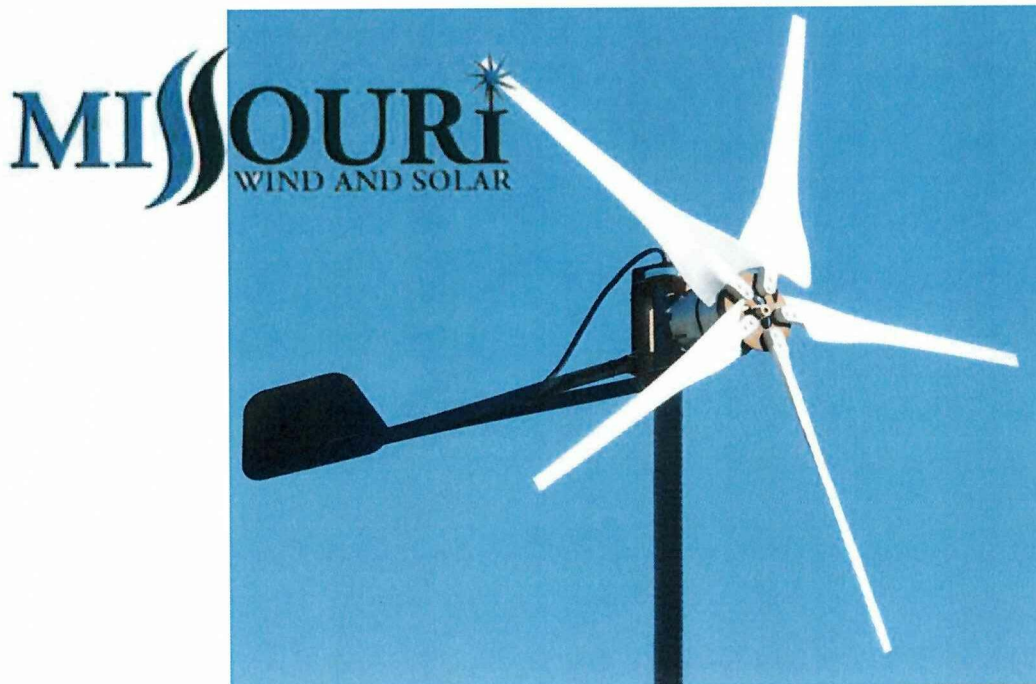


**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

## ANEXO 2

### MANUAL DE OPERACIÓN DE EQUIPOS MISSOURI

#### KITS DEL GENERADOR DE TURBINA DE VIENTO



Términos limitados para toda la garantía pala de aerogenerador Generación 4 y Raptor Raptor Serie: Garantizado de por vida, para no romper con el uso normal. Cuchillas agrietadas o rotas serán reemplazadas de forma gratuita. Nosotros sólo palas de garantía si se rompen durante el uso normal. Es aconsejable seguir los siguientes pasos para el correcto montaje del aerogenerador.

#### **PRECAUCIONES:**

No instalar el aerogenerador épocas de viento fuerte.

Evitar que funcione libremente el aerogenerador.

Utilizar cableado adecuado.

## **LA TORRE**

Se recomienda colocar el aerogenerador sobre una torre independiente para evitar turbulencias y vibración.

En el caso de torres de poca base se le colocarán 3 o 4 tensores cuyos soportes se anclarán generalmente con una base de hormigón al piso y los cables deben ser de acero de 4 a 10 mm.

Es recomendable colocar la torre sobre una plataforma de hormigón que esté totalmente nivelado.

No se recomienda colocar pararrayos cerca del área de la torre.

NOTA: Verificar que la torre este totalmente vertical inmóvil y consistente.

### **Cableado eléctrico**

Una vez instalada la torre realizar el cableado eléctrico.

Conectar las baterías y el regulador.

Dimensionar adecuadamente el calibre del conductor, y evitar cambios de polaridad.

Utilizar baterías estacionarias y adecuadas para evitar daños irreversibles.

Para minimizar pérdidas eléctricas, la distancia entre el aerogenerador y el cuadro de regulación deberá ser lo menor posible.

El conexionado eléctrico, es colocar el banco de baterías adecuado y conforme a las especificaciones del fabricante obteniendo como resultado el voltaje y capacidad adecuados.

Luego se procederá a instalar el regulador este se fijará a través de los cuatro orificios situados en la carcasa metálica del mismo, dos superiores y dos inferiores.

NOTA: El regulador debe ser colocado en un lugar ventilado, en posición vertical y separada de las baterías, sin invertir la polaridad.

A la hora de conectar el regulador se han de seguir los siguientes pasos:

Conecte el negativo de la batería al regulador (Asegure la correcta polaridad).

Conecte el cable del positivo de la batería al regulador (Asegure la correcta

polaridad).

## **REGULADOR**

La función del regulador es transformar la energía del aerogenerador de corriente alterna a corriente continua para la carga de baterías. Luego el regulador controlará el estado de la batería evitando sobrecargas y controlando el funcionamiento del aerogenerador.

Con la presencia de viento fuerte actuara la resistencia de  $73\Omega$

Con la presencia de viento fuerte nunca dejar girando el aerogenerador en posición de freno.

Salida +/- a batería

Funcionamiento del sistema:

Funcionamiento básico:

El regulador transforma la corriente alterna generada por el aerogenerador en corriente continua para la carga de baterías. Cuando las baterías estén descargadas el regulador estará aportando energía a los acumuladores.

En el momento en el que las baterías estén cargadas al el regulador hará que el aerogenerador se frene evitando sobrecargas de las baterías.

La forma de realizar ese frenado es mediante la resistencia aportando cargas controladas al aerogenerador.

El voltaje de regulación viene predefinido de fábrica.

NOTA:

Si las baterías se han descargado o se origina alguna falla en el regulador, se tiene la opción de RESET para comprobar si el equipo vuelve a su funcionamiento normal.

## **RESET**

Existe un micro-pulsador en la tarjeta del regulador bajo la tapa y si el error persiste, póngase en contacto con el fabricante.

Frenado fijo del aerogenerador:

Por seguridad del equipo y evitar el desgaste sufrido por los elementos mecánicos al exceder la velocidad de giro la actuación de la o las resistencias reducirán la velocidad de giro de forma automática de tal manera que si el voltaje se reduce menos de los 12.5v – 25v – 50v, no volverá a dejar nuevamente libre el aerogenerador.

Si el viento es muy fuerte, puede ocurrir que el aerogenerador no se detenga completamente, aunque la energía generada sí se deriva a las resistencias de frenado.

Cuando se sitúa el conmutador en la posición ON se realiza una secuencia de impulsos para frenado del aerogenerador hasta que este se para por completo o en algún caso, si hay mucho viento, queda girando a pocas revoluciones además queda iluminado el LED indicador.

Esta operación se debe realizar periódicamente para verificar el buen estado de los elementos de frenado: si con viento suave no se detiene el aerogenerador por completo se revisará el cuadro eléctrico.

El regulador detecta el voltaje que tiene en su entrada de baterías y se configura solo, siempre y cuando ese voltaje esté permitido para la potencia que está diseñado.

#### **EJEMPLO:**

Cuando el regulador es para un aerogenerador de 6000W sólo puede trabajar con baterías de 48V, entonces si detecta que el voltaje de baterías es de 12 o de 24V está en error.

Montaje del aerogenerador

#### **HÉLICE**

La hélice es la parte en contacto directo con el viento. Su aerodinámica permite el funcionamiento del alternador haciéndolo rodar en función de la velocidad del viento y no sobrepasando las rpm.

Una vez identificadas las partes procedemos a colocar las palas en el disco asegurándonos que este alojada en su respectiva guía y solo queda colocar la otra

mitad de la fijación de las hélices y fijarla.

Para el cierre de las fijaciones utilizaremos

10 tornillos M6x25, 10 arandelas grower

M6 y 10 tuercas M6 CON ANILLO DE SEGURIDAD.

Todos los tornillos se apretarán ligeramente y finalmente se asegurará que todos los tornillos tengan un par de apriete de 2 Kpm.

Después de montar la hélice, pasamos a fijarla en el buje que tenemos sobre el eje de rotación.

**NOTA:**

Revise el correcto montaje de las palas, buje y tornillería.

El tope puede ajustarse dependiendo de la distancia del cono con respecto a la carcasa, sin que estas partes lleguen a rozar entre ellas.

Una vez ajustada la distancia, se apretará la tuerca y contratuerca para que estas no se muevan e introduciremos el cono y colocaremos la tuerca que nos fijará el cono.

Finalmente sólo nos queda colocar la punta embellecedora roscada.

### **PRECAUCIÓN:**

No manipule el aerogenerador ni el cuadro de control en días de viento.

No deje el generador funcionando libremente (sin conectar a las baterías), podría dañar el sistema de carga. En caso de que sea necesario desconectarlo de las baterías, déjelo frenado.

Con el aerogenerador funcionando libremente, el sistema de frenado automático por inclinación no funciona, con lo cual podrían producirse daños irreparables en el aerogenerador.

No manipule las resistencias del regulador.

No invierta la polaridad.

Utilice el cableado adecuado.

### **PREGUNTAS FRECUENTES**

¿Se puede cambiar la polaridad de la batería?

No, esto repercutiría en la avería del regulador.

¿Importa la polaridad de los cables del aerogenerador?

No, la bajada del aerogenerador es trifásica alterna, por lo tanto estos pueden conectarse sin ningún tipo de orden.

¿Se puede desconectar la batería con el aerogenerador en marcha?

Bajo ningún concepto, ya que esta acción puede provocar daños irreparables en el regulador.

¿Es posible que el regulador provoque que las baterías se descarguen?

Es imposible según la construcción del regulador. Si eso ocurre revise la instalación porque debe tener algún elemento que descarga las baterías.

El voltaje que mide el regulador no corresponde con el nivel de batería que miden otros equipos.

Cada fabricante o incluso cada equipo emplea componentes diferentes y estos no suelen ser calibrados por cuestión de costes. Puede haber oscilaciones entre diferentes equipos aunque sean de un mismo fabricante y modelo.

¿Cómo se puede saber la potencia que está entregando el aerogenerador?

Simplemente se han de multiplicar los valores de voltaje y corriente que muestra la pantalla del regulador.

Potencia (W) = Voltaje (V) x Amperios (A).

¿Qué potencia consume el regulador?

La potencia que consume el regulador es despreciable frente a la potencia del aerogenerador y las baterías, es del orden de miliamperios.

¿Cómo se sabe si el aerogenerador está inyectando carga a las baterías?

A través del display del regulador que nos marca la corriente de carga.

¿Se puede alimentar una casa con estos aerogeneradores?

Este tipo de aerogenerador se usa normalmente junto con otros componentes para formar una instalación completa. Estos componentes suelen ser:

**BATERÍAS** (Acumulación de dicha energía): Normalmente se diseñan las instalaciones para que tengan 3 días de autonomía, es decir, que puedan dar suministro a la instalación durante 3 días sin viento. Son de corriente continua.

**INVERSOR/CARGADOR:** Es el equipo que se encarga de transformar la corriente continua de las baterías en corriente alterna apta para el consumo.

¿Se pueden poner varios aerogeneradores en paralelo?

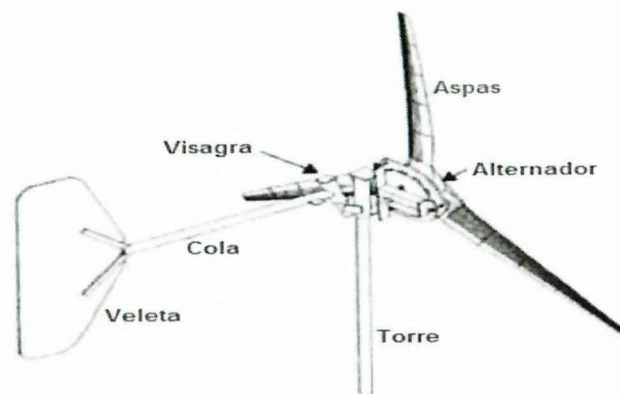
Si se pueden poner varios aerogeneradores en paralelo.

Solución de problemas:

Para la solución de los posibles que se pudiesen presentar en el funcionamiento de los equipos, presentamos la siguiente tabla en la cual se detalla los problemas y sus respectivas soluciones:

**REGULADOR EÓLICO:** Va incluido con el aerogenerador y es el que se encarga de vigilar la vida de la batería. Se encarga de que el voltaje de la batería no sobrepase unos valores peligrosos. Al mismo tiempo se encarga de frenar la máquina cuando esto ocurre.

#### GRAFICO DE LAS PARTES DE UN AEROGENERADOR



PROBLEMA	CAUSA	SOLUCIÓN
Las aspas no giran incluso con un viento muy fuerte	Cableado desde el aerogenerador al regulador	Revisar cableado.
	Freno auxiliar conectado.	Desconectar el freno auxiliar.
	Cortocircuito en las fases del generador	Desconectar las fases del aerogenerador del regulador, si este no gira libremente, el problema puede estar en el cableado. Revise las posibles uniones en el cableado. Si el problema persiste, póngase en contacto con su proveedor.
	Diodos del regulador en cortocircuito	Desconectar las fases del aerogenerador del regulador, si este gira libremente, su regulador puede estar averiado. Póngase en contacto con su proveedor.
Las aspas giran muy rápido y no carga	Batería desconectada o defectuosa. Voltaje incorrecto entre baterías, regulador y aerogenerador. Fases del aerogenerador desconectadas.	Compruebe que el voltaje de las baterías es correcto. Compruebe que existe voltaje en la entrada del aerogenerador en el regulador. Si no hay voltaje revise el cableado.
El aerogenerador se frena automáticamente e con poco viento.	Las baterías pueden estar siendo cargadas por otros equipos como paneles solares.	El funcionamiento es correcto.
Hace mucho viento y no se frena el aerogenerador, con el freno del regulador activado.	El viento es tan fuerte que el freno del regulador no puede llegar a frenar la máquina.	Accionar el freno intermitentemente hasta frenar la máquina, aprovechando las bajadas de la fuerza del viento.

La pantalla del regulador no muestra nada.	Batería desconectada.	Revisar cableado en la parte de continua. Y comprobar que llega tensión al regulador.
	Circuito impreso defectuoso	Revisar conectores en la placa de circuito impreso, si el fallo persiste póngase en contacto con su proveedor
El regulador se calienta mucho	Baterías demasiado pequeñas y/o muy poco consumo.	Revise el dimensionado de su instalación.
	Situación con vientos fuertes.	El funcionamiento es correcto, puede frenar el aerogenerador si su batería está cargada.
El voltaje de las baterías es demasiado alto	Conexión defectuosa de la batería.	Revise los bornes de conexión de la batería/elementos. Reapriete la tornillería de las conexiones.
El voltaje de las baterías es demasiado alto (continuación)	El regulador no está trabajando correctamente	Póngase en contacto con su proveedor.
El aerogenerador vibra	Tornillos flojos	Reapriete toda la tornillería.
	Palas descompensadas	Revise el estado de las palas. Póngase en contacto con su proveedor.
Hace ruido mecánico Intermitente-mente	Roce entre elementos	Coloque y apriete correctamente los tornillos de la carcasa.
	Ruido interior, revisar si el rotor gira correctamente o si los rodamientos pueden estar dañados.	Póngase en contacto con su proveedor.
Hace mucho viento y se desorienta constantemente	Turbulencias.	Revise el lugar de instalación de la torre.

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taípe Mora, E.A. (2015)

### ANEXO 3

#### MANTENIMIENTO DE EQUIPOS

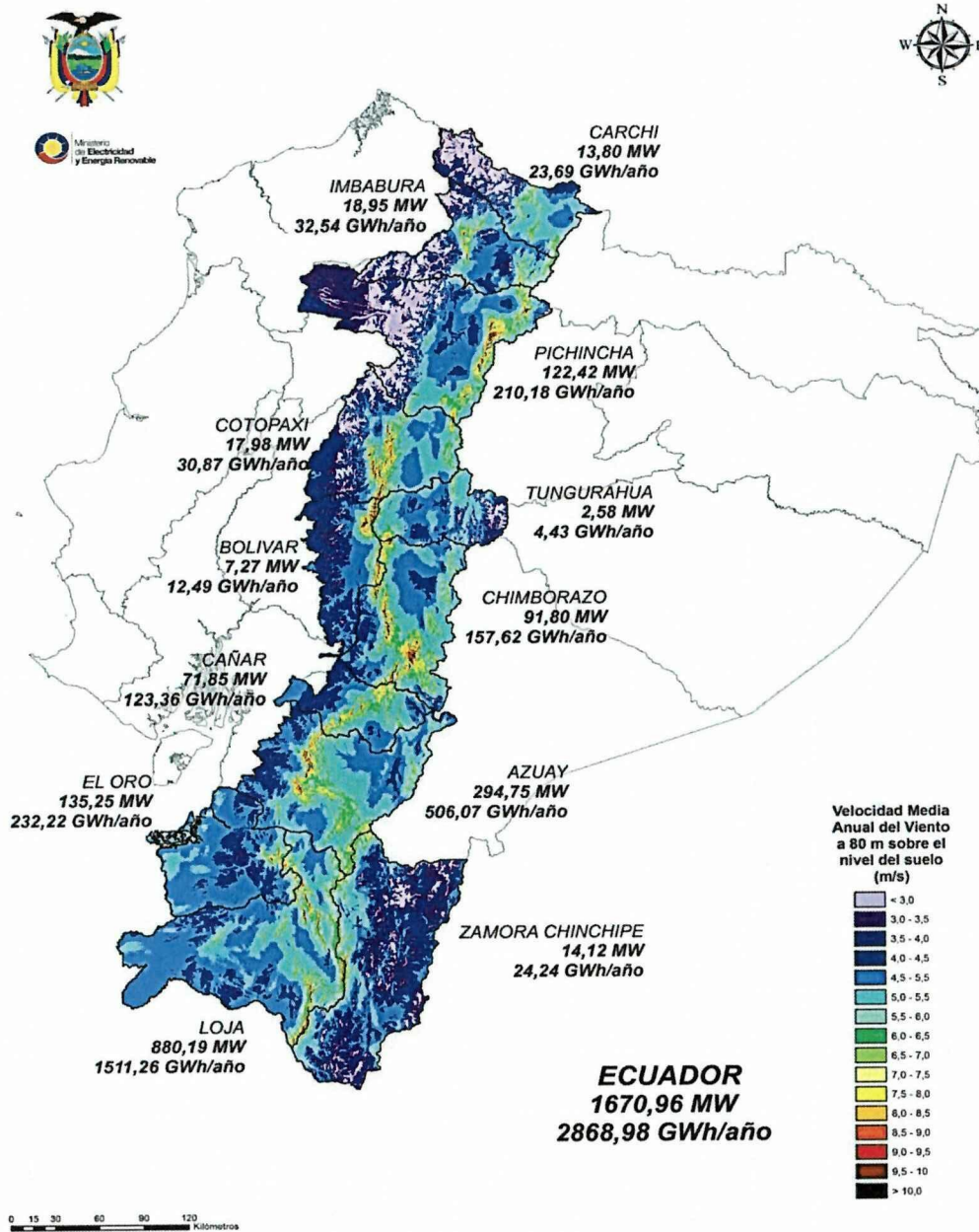
COMPONENTES	PERIODOS			
	MENSUAL	TRIMESTRAL	SEMESTRAL	ANUAL
<b>GENERADOR</b>				
Rodamientos				X
Inspección de imanes			X	
Ajustes de pernos		X		
Pintura				X
<b>ROTOR</b>				
Limpieza y barnizado				X
<b>TORNAMESA</b>				
Lubricación rodamientos				X
Ajustes de pernos		X		
Pintura				X
<b>KIT DE VELETA</b>				
Lubricación de pivot				X
Ajustes de pernos		X		
Pintura				X
<b>CABLES ELÉCTRICOS</b>				
Revisión de cables			X	
Ajuste de borneras			X	
<b>REGULADOR DE CARGA</b>				
Limpieza de contactos			X	
Revisión de cables			X	
Ajuste de terminales			X	
<b>INVERSOR</b>				
Limpieza de contactos			X	
Revisión de cables			X	
Ajuste de terminales			X	
<b>BATERÍA</b>				
Limpieza de bornes			X	
Medición de carga		X		
<b>DISCO PARA ASPAS</b>				
Vibraciones			X	
Ajuste de pernos		X		
<b>TORRE</b>				
Ajuste de pernos		X		
Pintura				X

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
 Taipe Mora, E.A. (2015)

## ANEXO 4

# Potencial Eólico del Ecuador

## Potencial Bruto



Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

POTENCIAL BRUTO

PROVINCIA	POTENCIAL INSTALABLE					INTEGRACIÓN ACUMULADA			
	RANGO VELOCIDAD [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	FACTOR DE CAPACIDAD	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]	VIENTO [m/s]	ÁREA [km <sup>2</sup> ]	POTENCIA INSTALABLE [MW]	ENERGÍA ANUAL [GWh/año]
Carchi	7,0 - 7,5	1,24	3,72	0,20	6,39	> 7	4,60	13,80	23,69
	7,5 - 8,0	1,56	4,68	0,25	10,04	> 7,5	3,36	10,08	21,63
	8,0 - 8,5	0,96	2,88	0,30	7,42	> 8	1,80	5,40	13,91
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57
Imbabura	7,0 - 7,5	2,46	7,39	0,20	12,68	> 7	6,32	18,95	32,54
	7,5 - 8,0	1,75	5,24	0,25	11,26	> 7,5	3,86	11,57	24,83
	8,0 - 8,5	1,47	4,40	0,30	11,34	> 8	2,11	6,32	16,28
	> 8,5	0,64	1,92	0,35	5,77	> 8,5	0,64	1,92	5,77
Pichincha	6,5 - 7,0	0,39	1,16	0,20	1,99	> 6,5	41,19	123,58	212,18
	7,0 - 7,5	21,25	63,76	0,20	109,48	> 7	40,81	122,42	210,18
	7,5 - 8,0	12,01	36,02	0,25	77,31	> 7,5	19,55	58,65	125,88
	8,0 - 8,5	5,06	15,23	0,30	39,23	> 8	7,54	22,63	58,29
	> 8,5	2,47	7,40	0,35	22,23	> 8,5	2,47	7,40	22,23
Cotopaxi	7,0 - 7,5	2,51	7,54	0,20	12,95	> 7	5,99	17,98	30,87
	7,5 - 8,0	1,84	5,52	0,25	11,85	> 7,5	3,48	10,44	22,41
	8,0 - 8,5	0,80	2,40	0,30	6,18	> 8	1,64	4,92	12,67
	> 8,5	0,84	2,52	0,35	7,57	> 8,5	0,84	2,52	7,57
Tungurahua	6 - 6,5	4,48	13,44	0,20	23,08	> 6	5,34	16,02	27,51
	6,5 - 7,0	0,71	2,13	0,20	3,66	> 7	0,86	2,58	4,43
	7,0 - 7,5	0,15	0,45	0,25	0,97	> 7,5	0,15	0,45	0,97
Bolivar	7,0 - 7,5	1,02	3,05	0,20	5,23	> 7	2,42	7,27	12,49
	7,5 - 8,0	0,48	1,44	0,25	3,09	> 7,5	1,41	4,22	9,07
	8,0 - 8,5	0,48	1,44	0,30	3,71	> 8	0,93	2,78	7,17
	> 8,5	0,45	1,34	0,35	4,04	> 8,5	0,45	1,34	4,04
Chimborazo	7,0 - 7,5	14,97	44,91	0,20	77,10	> 7	30,60	91,80	157,62
	7,5 - 8,0	8,97	26,92	0,25	57,78	> 7,5	15,63	46,90	100,65
	8,0 - 8,5	4,58	13,75	0,30	35,42	> 8	6,66	19,97	51,44
	> 8,5	2,07	6,22	0,35	18,68	> 8,5	2,07	6,22	18,68

Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

## ANEXO 5



<b>DATOS REGISTRADOS EN EL AEROPUERTO DE COTOPAXI</b>			
<b>MES</b>	<b>V.MIMIMA m/s</b>	<b>V.MAX m/s</b>	<b>PROMEDIO V. m/s</b>
OCTUBRE	4,87	7,94	6,41
NOVIEMBRE	3,54	5,32	4,43
DICIEMBRE	6,47	7,91	7,19
ENERO	6,58	9,27	7,92
FEBRERO	6,65	8,53	7,59
MARZO	3,51	6,04	4,78
ABRIL	4,08	11,38	7,73
MAYO	3,21	4,66	3,94
JUNIO	9,06	12,38	10,72
JULIO	6,13	10,35	8,24
AGOSTO	6,98	9,31	8,14
SEPTIEMBRE	5,84	7,77	6,81
<b>PROMEDIO</b>	<b>5,58</b>	<b>8,41</b>	<b>6,99</b>

**Fuente:** Aeropuerto Internacional Cotopaxi  
Torre de Control

## ANEXO 6

### PROYECTO CUCHITINGE - PANSACHE - RED ELECTRICA

LISTA DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS PARA LA CONSTRUCCION DE LA LINEA DE MEDIA TENSION DEL PRIMER KILOMETRO DE LA LINEA DE CUCHITINGE - PANSACHE, DONDE INVOLUCRA COORDINACIONES CON ELEPCO. SA.

#### 1 ESTRUCTURA BANDERA DOBLE RETENCION O DOBLE TERMINAL EST-1BD

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Perno espiga (pin) 3/4x18", tope de poste doble y accesorios de sujeción	u	2	23,02	46,05	1
2	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, simple (3 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	u	2	7,44	14,87	
3	Aislador tipo suspensión, de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 kV	u	2	6,67	13,33	
4	Horquilla de anclaje 5/8x3" (eslabon "U" para sujeción)	u	2	9,10	18,19	
5	Grapa terminal apernada tipo pistola, aleación de aluminio	u	2	12,24	24,49	
6	Tuerca de ojo ovalado 5/8"	u	2	4,95	9,90	
7	Conector de compresion, aleacion de Al	u	3	1,05	3,14	
8	Poste redondo de hormigón armado, 12 m x 500 kg.	u	1	280,00	280,00	
<b>Sub-total 1</b>					<b>409,97</b>	<b>409,97</b>

#### 1 ESTRUCTURAS CENTRADAS PARA MEDIA TENSION EST-1CD

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Tuerca de ojo ovalado 5/8"	u	2	4,95	9,90	1
2	Perno espiga (pin) tope de poste simple 3/4x18", con accesorios de sujeción.	u	1	17,072	17,07	
3	Aislador espiga de porcelana (pin), clase ANSI 55-5, 15 Kv.	u	3	6,666	20,00	
4	Aislador tipo suspensión de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 KV.	u	2	20,427	40,85	
5	Grapa terminal apernada tipo pistola, aleación de aluminio	u	2	12,243	24,49	
6	Horquilla de anclaje 5/8x3" (eslabon "U" para sujeción)	u	2	9,097	18,19	
7	Conductor aluminio desnudo sólido para atadura, 4 AWG.	m	2	0,583	1,17	
8	Abrazadera de acero galvanizado, pletina, doble (4 pernos), 38 x 4 x 140 - 160 mm (1 1/2 x 11/64 x 5 1/2 - 6 1/2")	u	1	7,436	7,44	
9	Conector de compresion, aleacion de Al	u	3	1,045	3,14	
10	Horquilla anclaje de acero galvanizado, 16 mm (5/8") de diám. x 75 mm (3") de long. (Eslabon "U" para sujeción)	u	2	9,097	18,19	
11	Poste redondo de hormigón armado, 12 m x 500 kg.	u	1	280	280,00	
<b>Sub-total 2</b>					<b>440,44</b>	<b>440,44</b>

#### 12 ESTRUCTURAS CENTRADAS PARA MEDIA TENSION EST-1CP

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Perno espiga (pin) tope de poste simple 3/4x18", con accesorios de sujeción.	u	1	17,072	17,07	12
2	Aislador espiga de porcelana (pin), clase ANSI 55-5, 15 Kv.	u	1	6,666	6,67	
3	Perno espiga corto (pin) 3/4x12"	u	1	5,456	5,46	
4	Conductor aluminio desnudo sólido para atadura, 4 AWG.	m	2	0,583	1,17	
5	Varilla de armar prefornada para conductor de aluminio	u	1	3,003	3,00	
6	Poste redondo de hormigón armado, 12 m x 500 kg.	u	1	280	280,00	
<b>Sub-total 3</b>					<b>313,36</b>	<b>3.760,36</b>

#### 0 ESTRUCTURAS CENTRADAS PARA MEDIA TENSION EST-1CR

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Tuerca de ojo ovalado 5/8"	u	1	4,95	4,95	0
2	Abrazadera pletina simple(3 pernos) 38x4x(140-160)mm	u	1	6,248	6,25	
3	Aislador tipo suspensión de caucho siliconado, clase ANSI DS-15, 15 KV.	u	1	20,427	20,43	
4	Grapa terminal apernada tipo pistola, aleación de aluminio	u	1	12,243	12,24	
5	Horquilla de anclaje 5/8x3" (eslabon "U" para sujeción)	u	1	9,097	9,10	
6	Poste redondo de hormigón armado, 12 m x 500 kg.	u	1	280	280,00	
<b>Sub-total 4</b>					<b>332,97</b>	<b>-</b>

## 56 ESTRUCTURAS TENSORES

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Cable de acero galvanizado 3/8", 7 hilos, grado siemens martin 7.	m	14	1,386	19,40	2
2	Retención preformada para cable de acero de 3/8"	u	3	5,258	15,77	
3	Guardacabo para cable de acero de 3/8".	u	1	1,265	1,27	
4	Varilla de anclaje de acero 5/8" x 1,8m, con tuerca y arandela	u	1	13,343	13,34	
5	Bloque de anclaje de hormigón 400mm de base x 150mm base superior x 200mm de altura x orificio de 20mm de	u	1	12,738	12,74	
6	Aislador de retenida de porcelana, clase ANSI 54-2	u	1	2,365	2,37	
Sub-total 5					64,89	129,78

## 2 ESTRUCTURAS TIPO "H"

ITEM	DESCRIPCION MATERIALES POR ESTRUCTURA.	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Poste redondo de hormigón armado, 12 m x 500 kg.	u	2	308	616,00	1
2	Cruceta de hierro galvanizado perfil "L", 75x75x8mm, longitud 3,4m	u	2	98,56	197,12	
3	Perno espárrago (rosca corrida) 5/8"x12" con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión	u	2	8,8	17,60	
4	Perno de ojo 5/8"x12", rosca corrida, con 4 tuercas, 2 arandelas planas y 2 de presión.	u	3	8,58	25,74	
5	Aisladores de suspensión 15 KV, ANSI 52-1	u	12	7,722	92,66	
6	Tuerca de ojo ovalado 5/8"	u	3	4,95	14,85	
7	Grapas de suspensión tipo pistola 1/0-4/0	u	6	12,243	73,46	
8	Conectores ranura paralela 1/0-4/0	u	6	5,522	33,13	
9	Anclas de hormigón armado de 40x40x15 cm	u	4	12,738	50,95	
10	Varilla de anclaje 16x1800mm (5/8x71")	u	4	13,343	53,37	
11	Aislador tipo retenida ANSI 54-2	u	4	2,596	10,38	
12	Cable tensor 3/8" grado Siemens Marin, 7 hilos, 9,52 mm (3/8") 3155 Kgf	m	80	1,386	110,88	
13	Guardacabos 9.51 mm (3/8")	u	4	1,265	5,06	
14	Retención prepormada 9.53 mm (3/8")	u	12	5,258	63,10	
Sub-total 6					1.364,31	1.364,31

ITEM	CONDUCTORES	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Cable de aluminio reforzado con acero tipo ACSR, calibre 2 AWG.	Km	1	990	990,00	
Sub-total 7					990,00	990,00

ITEM	PROTECCION Y SECCIONAMIENTO	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Seccionador fusible unipolar tipo abierto, clase 15 kv, provistos de tirafusibles con cabeza removible tipo H para	u	2	192,093	384,19	
2	Pararrayos de óxido de zinc monofásico clase 10 kv, clase distribución	u	2	60,027	120,05	
Sub-total 8					504,24	504,24

ITEM	ACCESORIOS	UND.	CANT.	PU (US\$)	MONTO (US\$)	
1	Varilla de puesta a tierra 5/8" x 1,8m	u	1	8,49	8,49	
2	Tubería metálica 3/4"	u	1	49,50	49,50	
3	Fleje de acero inoxidable de 3/4"	m	8	7,59	60,72	
4	Hebilla de acero inoxidable de 3/4"	u	8	4,29	34,32	
Sub-total 9					153,03	153,03

TOTAL DE OBRA DE CUCHITINGE - PANSACHE (1+2+3+4+5+6+7+8+9) =					4.573,20	7.752,11
--	--	--	--	--	----------	----------

MATERIALES (metálicos galvanizados en caliente).

SUBTOTAL MATERIALES	7.752,1	16,707
MANO DE OBRA Y TRANSP.	4.280,0	
DIRECCION TECNICA	650,0	
IVA 12%	1.521,85	
VALOR DE TENDIDO DE RED POR KILOMETRO	14.204,0	
VALOR ESTIMADO DE TENDIDO DE RED EN 15 KILOMETROS	237305,688	

Fuente: Escoing.Cia.Ltda

## ANEXO 7






<b>PROVIENTO S.A. Energías Renovables Ecuador</b>			
RUC: 1791819446001			
Proforma #:	148-0315	Fecha:	29-Feb-16

Estimada Natalia,  
a continuación la proforma del sistema eólico.

**Datos del cliente:**

Nombre/Razon Social:	Natalia Quevedo
Responsable / Attn.:	Renan Garcés
Dirección:	Quito

**Proforma por:**

Equipos Medición:		Equipos Generación:		X		Servicios Internos:		Servicios externos:		X	
Cantidad:			Descripción Item:					Valor (USD)			
#	Pcs	En Stock						Unidad	Total		
1	Pcs	0	<b>Aerogenerador ZONHAN 750 (outdoor)</b> Aerogenerador de 750W / 12 V Potencia Máxima: 900W Diámetro de hélice: 2,7m, 3 aspas Velocidad de arranque: 4 m/s (al nivel del mar) Velocidad nominal: 9 m/s (al nivel del mar) Material Generador: ALUMINIO! Generador con los mejores imanes NeoDym cromatizados y rodamientos galvanizados. Controlador de Carga "Outdoor" "PWM charging" 					1.820,00	1.820,00		
1	Pcs	1	<b>Inversor UPS Powerstar 1 KW / 12VDC</b> Potencia nom: 1000 W (continua) Potencia max: 2000 W (10seg) Voltaje Entrada: 12 VDC (baterías) Voltaje Entrada: 120 VAC (red eléctrica) Voltaje Salida: 120VAC Eficiencia 88% autosensing 60Hz: sinusoidal pura 					450,00	450,00		
1	Pcs	20	<b>Batería ULTRACELL GEL UCG150</b> Voltaje: 12 VDC Capacidad: 100 Ah@20h Tipo: GEL descarga profunda Libre mantenimiento. Ciclos 2400 DOD30% Fabricado en Inglaterra 					520,00	520,00		
1	Pcs	0	<b>Torre tubular abatible</b> Torre en hierro galvanizado a 6 metros de altura. Con tensores a un nivel. Bases, cables, material menor de instalación. 					750,00	750,00		
1	Pcs	0	<b>Gabinete eléctrico</b> Gabinete eléctrico para alojamiento de inversor y protecciones.					290,00	290,00		
1	Glb	0	<b>SopORTE para baterías</b> Soporte en hierro y con pintura anticorrosiva 					50,00	50,00		
1	Glb	0	<b>Material menor</b> Material menor de conexionado.					150,00	150,00		
							<b>SUBTOTAL:</b>	<b>4.030,00</b>			
							Descuento:	0%			
							<b>SUBTOTAL:</b>	<b>4.030,00</b>			
							IVA:	12%			
							<b>VALOR TOTAL (USD):</b>	<b>4.313,96</b>			

ProViento S.A., Ecuador, Barcelona E14-136 y Mallorca - Quito / Ecuador  
 e1/Fax: (02) 2231844, Cel. Ecuador (Roaming): +59394286666, Cel. Peru: +51739097788, info@proviento.com, www.proviento.com

**Fuente:** Proviento S.Energia Renovables Ecuador

ANEXO 8

TRECX Cía. Ltda

CONTRIBUYENTE ESPECIAL

Resolución 9170104 PCGR - 0590 S.R.I. 08-Nov-2004

RUC: 1791812484001

Para más información llame al teléfono:  
0996350589

**PROFORMA**

Cliente: NATALIA QUEVEDO

Ced. Id.0503402273

Dirección: SAN MARTIN

Teléfono: 032292034

Asesor: [www.pintulac.com.ec](http://www.pintulac.com.ec)

Fecha: 29/02/2016

Validez: 24 horas

Código	Descripción	Cantid.	Precio	Total
PGI2000	GENERADOR 1600 W. PORTEN	1	\$800.38	\$800.38

Subtotal \$800.38

IVA \$96.05

A Pagar \$896.43

Fuente: Trex Cia Ltda

ANEXO 9

ESTACION RUMIPAMBA - SALCEDO		VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIA DEL VIENTO													VEL. MAYOR		VEL.							
ANUARIO METEOROLOGICO																								
MES	EVAPORACION (MM)		Nubosidad media onda	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma	Nro	VEL. MAYOR		VEL.
	Suma mensual	Máxima en 24hrs		m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	OBS	m/s
Enero	125,8	6,7	-	1,4	8	1,5	4	1,8	4	3	14	3,3	37	0	0	1,5	2	1,5	2	29	93	7	s	3,9
Febrero	99,2	5,4	-	2	6	2	1	2	2	3,1	17	2,4	36	1	4	1,7	4	2	2	38	94	6	se	3,1
Marzo	117,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,8
Abril	101,2	5,8	-	1,5	9	1	1	1,3	3	2,6	13	3,1	19	2	1	0	0	1,2	6	48	90	6	s	2,9
Mayo	102,9	5,5	-	2,4	8	1	1	1,5	2	3,2	26	3,3	33	1	1	0	0	1,3	4	25	93	8	s	4
Junio	103,5	5,4	-	1	6	0	0	1	2	3,7	33	3,8	34	1	1	0	0	1	2	21	90	8	se	4,5
Julio	96,9	6,6	-	0	0	1	1	1	1	3,5	33	3,6	34	1	1	2	1	0	0	28	93	8	se	4,6
Agosto	105	5,5	-	1,5	2	1	1	0	0	3,8	31	4,2	39	2	1	0	0	0	0	26	93	8	se	5
Septiembre	103,7	5,7	-	1,5	2	1	1	0	0	2,9	32	3,9	32	0	0	0	0	1	1	31	90	7	s	4,5
Octubre	171,3	7,2	-	4,2	20	1	1	1,5	2	3,3	11	3,5	24	1	2	0	0	2,3	4	36	93	8	s	4,5
Noviembre	134,7	8,2	-	1,9	17	0	0	0	0	3,7	16	3,1	20	2,2	6	0	0	1	1	41	90	8	s	3,2
Diciembre	100,4	5,2	-	1,4	8	2	2	2	1	3,5	20	3,1	32	0	0	0	0	2,3	3	33	93	8	s	3,6
Valor Anual	1342,1																							4

Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

ANEXO 10

ESTACION COTOPAXI - CLIRSEN		VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIA DEL VIENTO													VEL. mayor		VEL.							
MES	EVAPORACION (MM)		Nobosidad media onda	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		Calma %	Nro OBS	m/s	DIR	Km/h
	Suma mensual	Máxima en 24hrs		%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%	m/s	%						
Enero			6																					
Febrero			7																					
Marzo			6																					
Abril			7	3,9	29	4,2	20	2	12	4	2	3,2	21	0	0	2	1	4,4	12	2	90	8	N	2,96
Mayo			6																					
Junio			7																					
Julio			7																					
Agosto			6	6,3	32	8,4	10	5	9	5	2	5,6	37	0	0	10	1	7,1	10	0	93	16	NE	5,93
Septiembre			7																					
Octubre			7																					
Noviembre			6																					
Diciembre			7																					
Valor Anual			7																					

Fuente: <http://www.serviciometeorologico.gob.ec/>

**ANEXO 11**

<b>ÁMBITO TÉCNICO</b>	<b>DETALLE TÉCNICO</b>	<b>PARÁMETROS DE VALORACIÓN</b>
DIFICULTAD DE ACOMETIDA	<p><b>Por dificultad de acometida se entiende los siguientes puntos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La distancia de conexión hacia la vivienda</li> <li>• Número de elementos para la conexión</li> <li>• Equipos necesarios para la conexión</li> <li>• Complejidad de conexión</li> </ul>	En este ámbito graduamos la escala de valoración en cada ítem un valor de 2,5 puntos según la necesidad para la implementación
DIFICULTAD DE TRANSPORTE DE ENERGÍA	<p><b>Por dificultad de transporte se entiende el siguiente punto.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La distancia de generación hasta el punto de consumo</li> </ul>	En este ámbito graduamos la escala de valoración en un ítem de valor 10 - 5 - 1 en función de la complejidad del transporte.
NECESIDAD DE COMBUSTIBLE	<p><b>Por necesidad de combustible se entiende.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La dependencia de un carburante para la generación de energía eléctrica.</li> </ul>	En este ámbito graduamos la escala de valoración en un ítem de valor 10 o 0 en función de la utilización o no de este ítem.
NECESIDAD DE INFRAESTRUCTURA	<p>Por necesidad de infraestructura se entiende.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La instalación de estructuras</li> <li>• La instalación casetas</li> <li>• La instalación torres</li> <li>• Tendido eléctrico</li> <li>• Cuartos de generación</li> </ul>	En este ámbito graduamos la escala de valoración en cada ítem, un valor de 2 puntos, en función de la necesidad para la implementación.
NECESIDAD DE OBRA CIVIL	<p>Por necesidad de obra civil se entiende los siguientes puntos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Construcción de cimientos o bases</li> <li>• Cuartos</li> <li>• Montajes de postes</li> <li>• Transporte de materiales</li> </ul>	En este ámbito graduamos la escala de valoración en cada ítem, un valor de 2,5 puntos en función de la necesidad para la implementación.

<p style="text-align: center;">EFICIENCIA</p>	<p>Por eficiencia se entiende los siguientes puntos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitante en las horas de trabajo</li> <li>• Disminución de potencia por exceso de trabajo o falta de carburante</li> <li>• No estabilidad de potencia</li> <li>• Dependencia de carburante</li> </ul>	<p>En este ámbito graduamos la escala de valoración en cada ítem, un valor de 2,5 puntos función de si tiene o no esa característica.</p>
<p style="text-align: center;">CONTAMINACIÓN</p>	<p>Por contaminación se entiende:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• la emisión de gases por la quema de combustibles fósiles,</li> <li>• Contaminación auditiva</li> <li>• Contaminación por lubricantes</li> <li>• Contaminación visual</li> </ul>	<p>En este ámbito graduamos la escala de valoración en cada ítem, un valor de 2,5 puntos en función de si tiene o no esa característica.</p>
<p style="text-align: center;">EMISION DE GASES TÓXICOS</p>	<p>Por emisión de gases tóxicos se entiende.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La necesidad de quemar combustibles fósiles para la generación</li> </ul>	<p>En este ámbito graduamos la escala de valoración en un ítem de valor 10 o 0 en función de la utilización o no de este ítem.</p>
<p style="text-align: center;">POTENCIA DE GENERACIÓN</p>	<p>Por potencia de generación tenemos el rango que proporciona la generación en watts obtenidos por medio de las diferentes opciones (eólico, ELEPCO, Térmica).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 750 W (9)</li> <li>• 1600W (5)</li> <li>• Superior (1)</li> </ul>	<p>En este ámbito graduamos la escala de valoración en un ítem de valor 9 - 5 - 1 en función de si tiene o no esa característica</p>

**Autores:** Quevedo Chanatasig, N.E.,  
Taipe Mora, E.A. (2015)

**ANEXO 12**

**RELACION DE COSTOS DE MANTENIMIENTO**

ÁMBITO	ANUAL						
	EÓLICO		COSTO - G. EÓLICO	ELEPCO		GENERACIÓN TÉRMICA	
	DETALLE	VALOR UNITARIO DE REPUESTOS		DETALLE	VALOR UNITARIO DE REPUESTOS	DETALLE	VALOR UNITARIO DE REPUESTOS
MANO DE OBRA	MANTENIMIENTO		50,00	MANTENIMIENTO	0,00	MANTENIMIENTO	30,00
REPUESTOS	EJE	30,00		NINGUNO	0,00	CABIO DE ACEITE	4,00
	RODAMIENTOS	10,00	42,00	NINGUNO	0,00	CAMBIO DE FILTROS	5,00
	TERMINALES	2,00		NINGUNO	0,00	CAMBIO DE BUJIAS	7,00
TRANSPORTE	MOVILIZACION			MOVILISACION		MOVILIZACION	
	CAMIONETA		60,00	CAMIONETA	0,00	CAMIONETA	60,00
TOTAL			152,00		0,00		106,00
FRECUENCIA ANUAL			1				3
TOTAL ANUAL			152		0,00		318

**Autores:** Quevedo Chanatasisg, N.E.,  
 Taipei Mora, E.A. (2015)