

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

**CARRERA DE MECÁNICA AERONAUTICA  
MENCIÓN MOTORES**

**ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR  
PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR  
AERONÁUTICO**

**POR:**

**MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS**

**Trabajo de Graduación como requisito previo para la obtención del  
Título de:**

**TECNÓLOGO EN  
MECÁNICA AERONÁUTICA MENCIÓN MOTORES**

**2009**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente Trabajo de Graduación fue realizado en su totalidad por el SR. MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS, como requerimiento parcial para la obtención del título de TECNÓLOGO EN MECÁNICA AERONÁUTICA - MOTORES.

---

Tcrn. E.M.T. Avc. Ing. Ángel Pérez M.

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

Latacunga, 06 de Octubre del 2009

## **DEDICATORIA**

A mis amados padres Gustavo (papito) y Sylvia (mamita) por apoyarme cada instante en todo, a mi hermana Patricia (La) por darme siempre el ejemplo, a mi cuñado Carlos (mi Bro) por darme fuerza en los buenos y malos momentos. A mis hermanos, los ángeles de mí guarda junto a mí Dios, Sylvita María y Juanito Francisco por cuidar de mí desde niño.

A mis abuelos, Carlos y Olguita porque desde pequeño han sido el pilar de mi vida, a mis abuelos Leonor y Gustavo por guiarme e instruirme en lo que es la vida, a mi tía abuela Teresita por bendecirme siempre.

A mi primo Fernando que como un hermano mayor, me ha demostrado que siempre se pueden hacer las cosas, sí uno las quiere hacer. A mi prima Vanessa por demostrarme cuanto puede querer una prima a un primo. A mi primo Miguel por darme el orgullo de ser como es.

A toda mi familia Michita, Olgui, Fanicita, Ruthsi, Lupe, Martha, Chela, Ángel; a mi tío Marco por haber sido un ejemplo de tío y por cuidarme desde el cielo; a Verónica, Anita, Carolina, María Belén, Wendy, Cinthia, Fabián.

A las personas que han demostrado ser buenos amigos; Acurio, Santiago, David, William, Marlon, Silvia, Cristina, Jorge, Max, Andrés, Pame, Helen, Araceli, Gustavo, Ángel, Christian, Sol, Andrea.

**GUSTAVO ANDRÉS MORA RUIZ**

## **AGRADECIMIENTO**

Gracias Dios por darme lo que tengo, gracias por ayudarme a cumplir lo que deseo como este gran final, que me da un nuevo comienzo.

Con este proyecto quiero agradecer a mis padres y al INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, por haberme brindado la oportunidad de estudiar Mecánica Aeronáutica Motores en el Ecuador, especialmente a los tutores de mis estudios a lo largo de mis esfuerzos y sacrificios.

Mi eterna gratitud para quienes me apoyaron en todo momento.

**GUSTAVO ANDRÉS MORA RUIZ**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

Ítem	Detalle	Pág.
	Portada.....	I
	Certificación.....	II
	Dedicatoria.....	III
	Agradecimiento.....	IV
	Índice de contenido.....	V
	Índice de tablas.....	IX
	Índice de figuras.....	X
	Índice de fotos.....	XII
	Índice de anexos.....	XIII
	Resumen.....	1
	Summary.....	2
 <b>CAPÍTULO I</b>		
1	Introducción.....	3
1.1	Antecedentes.....	3
1.2	Justificación e importancia.....	4
1.3	Planteamiento de objetivos.....	5
1.3.1	Objetivo General.....	5
1.3.2	Objetivos Específicos.....	5
1.4	Alcance.....	5
 <b>CAPÍTULO II</b>		
2	Marco teórico.....	6
2.1	Introducción.....	6
2.2	Historia de la energía eólica.....	7
2.2.1	El molino.....	7
2.2.2	Aerogeneradores.....	8
2.3	Energía eólica.....	9
2.3.1	Parques de generación eléctrica.....	10

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
2.4	Fundamentos de la energía eólica.....	11
2.4.1	El aire.....	12
2.4.1.1	Densidad del aire.....	12
2.4.1.2	Propiedades físicas y químicas del aire.....	13
2.4.1.3	Curso de las corrientes de aire.....	13
2.5	El viento.....	14
2.5.1	Comportamiento del viento según el terreno.....	16
2.6	Superficies para el correcto uso de masas de aire en movimiento.....	21
2.6.1	Perfil aerodinámico.....	22
2.6.1.1	Aerodinámica de los aerogeneradores.....	23
2.7	Máquinas para generar energía gracias al viento.....	24
2.7.1	Aerogenerador de eje vertical.....	25
2.7.1.1	El rotor Savonius.....	26
2.7.1.2	El rotor Darrieus.....	27
2.7.1.3	El rotor Giromill.....	28
2.7.2	Aerogenerador de eje horizontal.....	28
2.7.2.1	Monopala.....	30
2.7.2.2	Bipala.....	30
2.7.2.3	Tripala.....	31
2.7.2.4	Multipala.....	31
2.8	Teorema de Betz.....	32
2.8.1	Ley de Betz.....	33
2.8.1.1	Segunda ley de Newton.....	35
2.9	Partes del aerogenerador común.....	36
2.9.1	Góndola.....	36
2.9.2	Truñón.....	37
2.9.3	Spinner.....	38
2.9.4	Aspas.....	38
2.9.4.1	Forma aerodinámica de aspas según el fluido.....	39
2.9.4.2	Tipos de palas según el paso de aire.....	40

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
2.9.4.3	Tratado de pala extendida.....	40
2.9.5	Generador.....	40
2.9.6	Rotor.....	41
2.9.7	Multiplicador.....	42
2.9.8	Aleta direccional.....	43
2.9.8.1	Codo giratorio.....	43
2.9.9	Torre.....	44
2.10	Área frontal barrida por la pala.....	44
2.10.1	Dimensionado de un rotor eólico.....	44
 <b>CAPÍTULO III</b>		
3	Desarrollo del tema.....	46
3.1	Estudio mecánico para encontrar las partes más apropiadas de un aerogenerador.....	46
3.1.1	Empresas que hacen estudios sobre energías limpias...	47
3.1.1.1	Identificación de la empresa.....	47
3.2	Análisis matemático.....	49
3.2.1	Estudio del viento.....	50
3.2.1.1	Datos de viento máximo/mínimo en la ciudad de Latacunga.....	51
3.2.1.2	Estudio de las velocidades con la potencia que se quiere generar.....	52
3.2.1.3	Velocidad desaprovechada.....	54
3.2.1.4	Flujo másico.....	54
3.2.1.5	Densidad del aire.....	56
3.2.1.5.1	Densidad del aire en la ciudad de Latacunga.....	57
3.2.1.6	Identificación de las velocidades obtenidas.....	59
3.2.1.6.1	Velocidad promedio del viento a través del área del rotor.....	59
3.3	Análisis técnico de las partes que compondrán el	

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
	Aerogenerador.....	60
3.3.1	Partes externas del aerogenerador.....	61
3.3.1.1	Pala.....	61
3.3.1.1.2	Área barrida del rotor.....	61
3.3.1.1.3	Velocidad angular.....	62
3.3.1.1.4	Identificación del número de palas que debe tener el aerogenerador.....	64
3.3.1.2	Truñón.....	66
3.3.1.3	Spinner.....	66
3.3.1.4	Aleta direccional.....	67
3.3.1.5	Brazo de cola.....	67
3.3.1.6	Góndola.....	67
3.3.1.7	Codo giratorio.....	68
3.3.2	Partes internas del aerogenerador.....	69
3.3.2.1	Características del generador.....	69
3.3.2.2	Número de polos.....	69
3.3.2.3	Polaridad.....	71
3.3.2.4	Número de ranuras por fase.....	71
3.3.2.5	Paso de bobinado.....	13
3.3.2.6	Flujo magnético.....	74
3.3.2.7	Número de vueltas del alambre.....	75
3.3.2.8	La intensidad en cada fase.....	77
3.3.2.9	Diámetro del alambre.....	77
3.3.2.10	Longitud del alambre.....	80
3.3.3	Torre.....	81
3.4	Descripción del generador eólico que será utilizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.....	81
3.4.1	Descripción de la góndola.....	81
3.4.2	Descripción del truñón.....	82
3.4.3	Descripción del spinner.....	82
3.4.4	Descripción de las aspas.....	83



<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
3.4.5	Descripción del generador.....	83
3.4.6	Descripción del brazo de cola.....	84
3.4.7	Descripción de la aleta direccional.....	85
3.5	Proforma.....	86
 <b>CAPÍTULO IV</b>		
4	Conclusiones y recomendaciones.....	87
4.1	Conclusiones.....	87
4.2	Recomendaciones.....	91
	Siglas.....	92
	Términos y unidades usadas.....	92
	Explicaciones determinadas.....	93
	Glosario.....	94
	Bibliografía.....	98
	Consultas en la WEB.....	99
	Anexos.....	100
	Hoja de vida.....	220
	Legalización de firmas.....	223
	Cesión de derechos de propiedad intelectual.....	224

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
 <b>CAPÍTULO II</b>		
2.5.1	Viscosidad del aire.....	20
 <b>CAPÍTULO III</b>		
3.1.1	Metraje de las palas según la potencia del rotor y sus costos.....	48

<b>Tabla</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
3.2.1	Datos característicos de la velocidad del viento en $m/s$ en cada hora del día.....	51
3.2.1.2	Sistema Internacional de Unidades.....	53
3.2.1.5	Datos posibles de temperaturas y densidades del aire en la ciudad de Latacunga.....	58
3.3.2.2	RPM máximas según número de polos.....	70
3.3.2.9	Características de los conductores de cobre normalizados según la escala de calibres A.W.G.....	78
 <b>CAPÍTULO IV</b> 		
4.1	Características esenciales del aerogenerador más adecuado para el ITSA.....	88

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Fig. #</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
 <b>CAPÍTULO II</b> 		
2.2.1	Ejemplo de molino inglés.....	7
2.2.2	Ejemplo de aerogenerador.....	8
2.3.1	Parque eólico en el mar ( <i>offshore</i> ), en Copenhague.....	11
2.4.1.3	Ejemplo de cómo se origina el viento.....	14
2.5	Curso del viento en el día y en la noche.....	15
2.5.1	Comportamiento del viento según el terreno.....	16
2.6.1	Fuerza aplicada en un corte de un perfil aerodinámico...	22
2.6.2	Dirección del aire a través de un conjunto de superficies aerodinámicas.....	22
2.6.1.1	Flujo del viento a través del aspa de un perfil aerodinámico.....	23
2.7.1	Aerogenerador de eje vertical.....	25
2.7.1.2	Ejemplo de Rotor Darrieus y Giromill.....	28

<b>Fig. #</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
2.7.2	Aerogenerador de eje horizontal.....	28
2.7.2.1	Monopala.....	30
2.7.2.2	Bipala.....	30
2.7.2.3	Tripala.....	31
2.7.2.4	Multipala.....	31
2.8	Diagrama según Betz.....	32
2.8.1	Esquema erróneo de la energía del aire a través de un aerogenerador.....	33
2.8.2	Betz.....	33
2.8.3	Esquema de la energía del aire a través de un aerogenerador según Betz.....	34
2.9	Partes de un generador.....	36
2.9.1	Esquema de alguna partes internas de un aerogenerador de gran potencia.....	37
2.9.2	Ejemplo 3D de un truñón.....	38
2.9.3	Ejemplo de buje.....	39
2.9.4	Ejemplos de palas de paso fijo y paso variable.....	39
2.9.4.1	Tipos de palas según el fluido.....	41
2.9.5	Generador.....	42
2.9.7	Rotor.....	43
2.9.8	Simulación de un multiplicador.....	45
2.10.1	Influencia del viento en un rotor de eje horizontal.....	45
2.10.2	Influencia del viento en un rotor de eje vertical.....	
 <b>CAPÍTULO III</b>  		
3.2.1.3	La energía según el teorema de Betz.....	54
3.2.1.4	Área de barrido del rotor.....	55
3.2.1.6.1	Velocidades del aire a través de un aspa.....	59
3.3.1.4	Ejemplo 3D de una aleta direccional.....	67
3.3.2.1	Núcleo del generador.....	69
3.3.2.3	Ilustración de polaridad excéntrica trifásica.....	71

<b>Fig. #</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
3.3.2.4	Ilustración de polaridad trifásica.....	73
3.3.2.7	Ilustración de número de vueltas del alambre en cada ranura.....	76
3.3.2.10	Ilustración de medidas del generador para la identificación del área ocupada por el bobinado.....	80

#### **CAPÍTULO IV**

4.1	Ejemplo de la estructura del aerogenerador más apropiado para el ITSA.....	88
4.1.1	Curva de potencia Vs velocidad del viento en aerogeneradores de 400W como potencia máxima.....	90

#### **ÍNDICE DE FOTOS**

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
3.3.1.1	Reconocimiento del aspa.....	63
3.3.1.1.4	Palas del generador eólico.....	66
3.3.1.7	Conjunto del generador cubierto con su góndola.....	68
3.3.2.2	Numeración de los polos.....	70
3.3.2.4	Identificación del número de ranuras.....	72
3.3.2.5	Verificación del número de paso.....	74
3.3.2.7	Verificación del número de devanados.....	76
3.4.2	Vistas del truñón.....	82
3.4.3	Vistas del spinner.....	83
3.4.6	Vistas del brazo de cola.....	85
3.4.7	Aleta direccional.....	85

#### **ÍNDICE DE ANEXOS**

	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
Anexo A	Anteproyecto aprobado 24/08/2009.....	101

	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
Anexo B	Escala de velocidades de viento.....	145
Anexo C	Mediciones de las partes del aerogenerador.....	146
Anexo D	Datos generales de la provincia de Cotopaxi.....	149
Anexo E	Datos característicos del viento en Latacunga.....	151
Anexo F	Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda en el consumo sectorial de ELEPCO S.A.....	152
Anexo G	Advertencia de peligrosos niveles de radiación solar en Ecuador.....	167
Anexo H	Consumo eléctrico de las entidades que funcionan en el edificio.....	169
Anexo I	Información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento.....	170
Anexo J	Información recolectada a docentes y estudiantes en el ITSA, que fue procesada, tabulada e interpretada.....	192
Anexo K	Aprovechamiento de la Energía Solar OLADE.....	203
Anexo L	Comportamiento ambiental en Ecuador.....	204
Anexo M	Velocidad y rumbo del viento en la ciudad de Latacunga por hora en cada mes del año 2007 – 2008.....	205

## RESUMEN

Este proyecto contiene el estudio de toda la información que se necesita para poder escoger el aerogenerador más idóneo según el estado del viento en la región. Llevándose a cabo para que este aerogenerador sirva para futuras instrucciones teórico prácticas en materias como aerodinámica, rotores, etc., a más de una materia llamada energías limpias que se tiene como recomendación del la tesis.

En cada capítulo se tiene el estudio detallado como:

El capítulo II trata de la historia y la evolución de las máquinas que funcionan a base de las corrientes del aire. A más de los fundamentos de la energía eólica, el viento y su comportamiento, el correcto uso de las superficies a favor o en contra del viento, tipos y subtipos de aerogeneradores con sus ventajas y desventajas.

Capítulo III, se identifica el lugar más propicio para la compra del aerogenerador más adecuado, así como también se establece el estudio mecánico, con sus análisis matemático y técnico.

En el capítulo IV están expresadas las conclusiones y recomendaciones según el investigador. También contiene siglas, términos matemáticos y técnicos con las unidades empleadas en la investigación y desarrollo del tema, determinadas explicaciones para mayor entendimiento del progreso del proyecto, el glosario, al igual que las fuentes bibliográficas y sitios WEB usados para el estudio.

El primer anexo es el anteproyecto, con este se obtuvo el tema. En la página 223, se encuentra la hoja de vida del investigador.

## SUMARY

This project holds the study of all the information needed for choosing the most suitable airgenerator according to status of wind on the region. Performing this, the airgenerator will serve for future theoretic practical instructions in subjects like aerodynamics, rotors, etc. besides a subject called clean energies which is the recommendation of the thesis.

In each chapter the study is detailed as follows:

Chapter II is the history and the evolution of the machines that work with the currents of the air. Also the basis of the aeolian energy, the wind and its behavior, the correct use of the surfaces to favor or against the wind, types and subtypes of airgenerators with its advantages and disadvantages.

Chapter III, is identified the most propitious place for the purchase of the suitable airgenerator more, as well as the mechanical study settles down, with its mathematical and technical analysis.

In chapter IV the conclusions and recommendations are expressed according to the investigator. Also it contains abbreviations; mathematical and technical terms along with the units used in the investigation and development of the theme, determined explanations for greater understanding of the progress of the project, the glossary as well as the bibliographical sources and used Web sites for the study.

First the annex is the first draft, with this obtained the subject. In the page 223, is the leaf of life of the investigator.

# CAPÍTULO I

## ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

### 1 Introducción

#### 1.1 Antecedentes

La continua evolución industrial y el crecimiento de la población hace que día a día se creen nuevas necesidades y se presenten nuevos problemas, tal es el caso del déficit de energía eléctrica que se viene dando en estos últimos años en nuestro país; por esta razón se realizó el estudio previo del Anexo A planteado como anteproyecto.

Es que la vida moderna se basa en la energía eléctrica; la tecnología que avanza tan aceleradamente, en la que se requiere de esta.

Según la CNE Comisión Nacional de Energía de México, las energías renovables supusieron en el año 2005 un 5,9% del total de energía primaria, un 1,2% es eólica, un 1,1% hidroeléctrica, un 2,9 biomasa y el 0,7% otras. La energía eólica es la que más crece, a nivel mundial.

Según los investigadores, Eduardo Aguilera, Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Sangolquí-Ecuador y Manlio Coviello, CEPAL, Santiago-Chile mencionan que: El Ecuador es el país con mayor potencial geotérmico (500 MW) entre los que todavía no han desarrollado la geotermia. Se considera que las aplicaciones eléctricas, tanto como los usos directos del calor geotérmico, pueden jugar un papel trascendente en las políticas de desarrollo de áreas rurales y en el combate a la pobreza.



Como otras fuentes económicas para la generación eléctrica, el Ecuador dispone de hidroenergía, que se la ha desarrollado apenas en un 7% de su potencial y el gas natural que, igual que la geotermia, permanece inexplorado mientras han proliferado las centrales de generación térmica con los combustibles de mayor precio del mercado.

A pesar de que las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables tienen en el Ecuador un desarrollo muy incipiente, se destaca que últimamente se les ha reconocido incentivos para su desarrollo. En estas condiciones, y en vista de la importancia de incorporar a la geotermia en la oferta de energía primaria del Ecuador, el estudio describe el entorno actual, analiza los problemas que constituyen barreras y sugiere algunas acciones estratégicas para superarlas.

## **1.2 Justificación e Importancia**

El ITSA (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico), tiene como misión formar los mejores profesionales aeronáuticos, íntegros e innovadores, competitivos y entusiastas, a través del aprendizaje por logros aportando así, al desarrollo de nuestra patria.<sup>1</sup>

En un país se debe estudiar la forma de como tener energía eléctrica para su auto consumo, para de esta manera ayudar a satisfacer la demanda que presenta el país, y así encaminarnos en vías de superación. La energía eléctrica es un recurso indispensable para generar economía en la población, en la zona rural impacta en el área agrícola, médica, alimentaria, construcción, vestido, educación y aún más en las zonas urbanas, donde el eje de la vida está basado en la electricidad por vivir en un mundo industrializado donde todo artefacto funciona a base de la electricidad, y sin este elemento vital produciría un caos social, y un imposible desenvolvimiento en las labores cotidianas.

---

<sup>1</sup> <http://www.itsafae.edu.ec/mision.html>

Por lo tanto mediante este trabajo se busca la manera de cómo generar energía con un generador eólico. Es necesario e importante llevar a cabo el estudio de los aerogeneradores, porque en el Instituto no se estudia sobre cómo generar energía eléctrica propia, indicando así que un generador eólico es una alternativa para ello, siendo este, un método limpio.

### **1.3 Planteamiento de objetivos:**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Estudiar desde el punto de vista mecánico los tipos de aerogeneradores y seleccionar el más propicio para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Adquirir información sobre generadores eólicos.
- Organizar la información obtenida.
- Realizar los análisis matemático y técnico.
- Seleccionar las partes de un aerogenerador que en cálculos produzca potencia a baja escala en el ITSA.
- Obtener las partes del aerogenerador para que el ITSA se encargue del estudio de su instalación.

#### **1.4 Alcance**

Este estudio abarca la selección de los componentes idóneos que debe tener el aerogenerador en base a la información obtenida sobre los diferentes tipos de aerogeneradores, el cual se deberá someter a otro estudio para la mejor instalación en las inmediaciones del ITSA.

## CAPÍTULO II

### 2 Marco Teórico

#### 2.1 Introducción

En términos generales, la generación de energía eléctrica consiste en transformar alguna clase de energía química, mecánica, térmica o luminosa, entre otras en energía eléctrica.

Para la generación industrial se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas; estas constituyen el primer escalón del sistema de suministro eléctrico.

Desde que Nikola Tesla<sup>2</sup> descubrió la corriente alterna y la forma de producirla en los alternadores, se ha llevado a cabo una inmensa actividad tecnológica para llevar la energía eléctrica a todos los lugares habitados del mundo.

Sin embargo, el aprovechamiento ha sido y sigue siendo muy desigual en todo el planeta.

Así, los países industrializados o del Primer mundo son grandes consumidores de energía eléctrica, mientras que los países del llamado Tercer mundo apenas disfrutan de sus ventajas.

La demanda de energía eléctrica de una ciudad, región o país tiene una variación a lo largo del día. Esta variación es función de muchos factores, entre los que se destacan: tipos de industrias existentes en la zona y turnos que realizan en su producción, climatología extremas de frío o calor, tipo de electrodomésticos que se utilizan más frecuentemente,

---

<sup>2</sup> Nikola Tesla fue la inspiración para el arquetipo del científico loco. Nacido en lo que hoy es Croacia a finales del XIX.

tipo de calentador de agua que haya instalado en los hogares, la estación del año y la hora del día en que se considera la demanda.

## 2.2 Historia de la energía eólica

### *“La energía está en el aire”*

La energía eólica es uno de los recursos energéticos más antiguos, explotados por el hombre.

El aire ha sido un recurso empleado desde tiempos remotos en diferentes partes del mundo y para diversos propósitos; desde hace 500 años a.C. los egipcios navegaban a vela. Y la función del primer molino en el mundo; el molino de Alejandría, siendo este molino de eje vertical. Otro antiguo modo de usar el viento fue la climatización de las viviendas.

### 2.2.1 El molino

A partir del siglo XVIII, aparecieron en Europa, grandes molinos de eje horizontal con cuatro aspas, fueron fabricados en gran número por los holandeses.

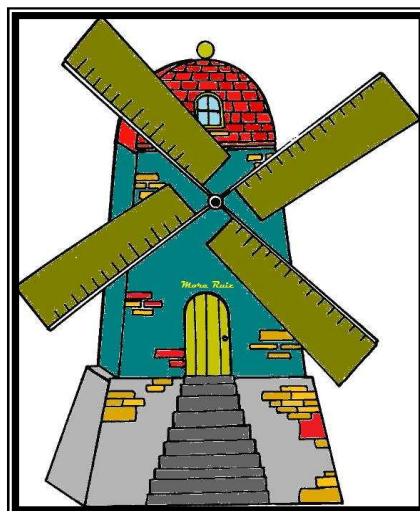


Figura 2.2.1 Ejemplo de molino inglés  
Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Estos molinos eran muy adecuados para vientos del orden de  $5\text{ m/s}$ , es decir, unos  $20\text{ Km/h}$ ; cuando en los siglos XII-XIII empieza a generalizarse el uso de los molinos de viento para la elevación de agua y la molienda de grano. En Holanda los molinos tienen cuatro aspas de lona, en Baleares y Portugal tienen seis y en Grecia doce.

El desarrollo de los molinos se interrumpe con la revolución industrial y la utilización masiva de vapor, la electricidad y los combustibles fósiles como fuentes de energía motriz. Aún así en la Segunda Guerra mitad del siglo XIX, se da avance a la tecnología del aprovechamiento del viento apareciendo el molino multipala americano (aerogenerador americano) utilizándolo para el bombeo de agua, dejando bases para los diseños de los aerogeneradores.

### 2.2.2 Aerogeneradores

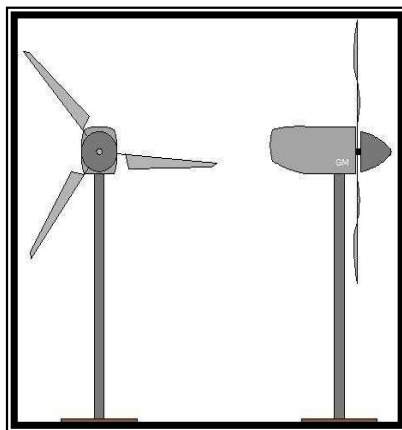


Figura 2.2.2 Ejemplo de aerogenerador

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Con los progresos técnicos los aerogeneradores evolucionan distinguiéndose por el número de palas, entre otras cosas.

Los aerogeneradores están diseñados para empezar a girar a velocidades alrededor de  $3$  a  $5\text{ m/s}$ , a esto se lo llama velocidad de

conexión. Se usan actualmente para aprovechar la energía proporcionada por el viento (energía eólica), gracias al impacto del aire en las aspas. Es por poco palpitante la forma en la que los aerogeneradores suben su rendimiento; por lo que se han vuelto muy eficaces.

Las direcciones dominantes del viento son importantes para el emplazamiento de un aerogenerador ya que obviamente se querrá ubicar en un lugar donde haya un mínimo de obstáculos.

### **2.3 Energía eólica**

El término eólico viene del latín Aeolicus, perteneciente o relativo a Eolo, dios de los vientos en la mitología griega. La energía eólica ha sido aprovechada desde la antigüedad para mover los barcos impulsados por velas o hacer funcionar la maquinaria de molinos al mover sus aspas.<sup>3</sup>

La energía eólica es la que se obtiene del viento, es decir, de la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire o de las vibraciones que dicho viento produce. Los molinos de viento se han usado desde hace muchos siglos para moler el grano, bombear agua u otras tareas que requieren una energía. En la actualidad se usan aerogeneradores para generar electricidad en zonas costeras, alturas montañosas o islas.

El impacto medioambiental de este sistema de obtención de energía es relativamente bajo, pudiéndose nombrar el impacto estético, porque deforman el paisaje, la muerte de aves por choque con las aspas de los molinos o la necesidad de extensiones grandes de territorio que se sustraen de otros usos. Además, este tipo de energía, al igual que la solar o la hidroeléctrica, están fuertemente condicionadas por las condiciones climatológicas, siendo aleatoria la disponibilidad de las mismas.

---

<sup>3</sup> <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

En la actualidad, la energía eólica es utilizada principalmente para producir energía eléctrica mediante aerogeneradores. A finales de 2007, la capacidad mundial de los generadores eólicos fue de 94.1 gigavatios. Mientras la eólica genera alrededor del 1% del consumo de electricidad mundial, representa alrededor del 19% de la producción eléctrica en Dinamarca, 9% en España y Portugal, y un 6% en Alemania e Irlanda (Datos del 2007).

Por otro lado, un 64% de los directivos de las principales empresas eléctricas consideran que en el horizonte de 2018 existirán tecnologías limpias, asequibles y renovables de generación local, lo que obligará a las grandes corporaciones del sector a un cambio de mentalidad.<sup>4</sup>

La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles.

### **2.3.1 Parques de generación eléctrica**

El llamado parque de generación eléctrica es un conjunto de 5 o más número de máquinas generadoras de corriente. Por ejemplo: un parque eólico es una agrupación de aerogeneradores que se utilizan generalmente para la producción de energía eléctrica, los parques eólicos se pueden situar en tierra o en el mar *offshore*, siendo los primeros los más habituales, aunque los parques *offshore* han experimentado un crecimiento importante en Europa en los últimos años, debido al impacto de viento, destacándose la velocidad de la corriente de aire, por lo que Dinamarca ha establecido grandes estudios sobre generadores extremadamente grandes en sus rías.

---

<sup>4</sup> <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

El número de aerogeneradores que componen un parque es muy variable, y depende fundamentalmente de la superficie disponible y de las características del viento en el emplazamiento. Antes de montar un parque eólico se estudia el viento en el emplazamiento elegido durante un tiempo que suele ser superior a un año. Para ello se instalan veletas y anemómetros. Con los datos recogidos se traza una rosa de los vientos.



Figura 2.3.1 Parque eólico en el mar (*offshore*), en Copenhague.

Fuente:

[http://2.bp.blogspot.com/\\_mUM4KlaYgGA/SYIDa3cHVhI/AAAAAAAAABE/JFr\\_vqg1w30/s320/recycle.gif](http://2.bp.blogspot.com/_mUM4KlaYgGA/SYIDa3cHVhI/AAAAAAAAABE/JFr_vqg1w30/s320/recycle.gif)

Realizado por: Mora Gustavo

Los parques eólicos proporcionan diferente cantidad de energía dependiendo de las diferencias sobre diseño, situación de las turbinas.

## **2.4 FUNDAMENTOS DE LA ENERGÍA EÓLICA**

La energía eólica se relaciona especialmente con el aire, por lo que gracias a las corrientes de aire se puede generar corriente eléctrica.

### **Tipos de escala de circulación de aire**

Las fuerzas que actúan sobre las masas de aire, provocan dos tipos de escalas de circulación de aire como son: a escala global y a escala local.



### **Escala global**

Están los aspectos climatológicos y geográficos, que son los que originan corrientes de aire de gran recorrido.

### **Escala Local**

Son las particularidades de la orografía y la topografía del terreno, las que determinan la presencia y las características de los recursos eólicos.

#### **2.4.1 El aire**

El aire que nos rodea, es algo más que ese gas necesario que sirve para respirar.

Gracias al aire, se reparte la humedad por la Tierra, los aviones vuelan y nuestros molinos muelen, sacan agua y generan energía.

##### **2.4.1.1 Densidad del aire**

A 12° C el aire pesa unos 0,94 kilogramos por metro cúbico, aunque la densidad disminuye ligeramente con el aumento de la humedad.<sup>5</sup>

Además, el aire es más denso cuando hace frío que cuando hace calor. A grandes altitudes (en las montañas) la presión del aire es más baja y el aire es más denso.

El aire como cualquier otro elemento de la naturaleza tiene sus propiedades, que se detallan a continuación:

---

<sup>5</sup> <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

### 2.4.1.2 Propiedades físicas y químicas del aire

#### PROPIEDADES FISICAS

- Es de menor densidad que el agua. Por lo tanto es de menor peso que la misma.
- Tiene volumen indefinido.
- No existe en el vacío.
- Es incoloro, inodoro e insípido.

#### PROPIEDADES QUIMICAS

- Reacciona con la temperatura condensándose en hielo a bajas temperaturas y produce corrientes de aire.
- Está compuesto por varios elementos entre ellos el oxígeno (O<sub>2</sub>) y el dióxido de carbono elementos básicos para la vida.<sup>6</sup>

Cuanto "más pesado" sea el aire más energía recibirá la turbina.

### 2.4.1.3 Curso de las corrientes de aire

Viento es la masa de aire en movimiento, éste actúa de distintas formas según el terreno por el que pasa.

Todas las fuentes de energía renovables (excepto la mareomotriz o geotérmica), incluso la de los combustibles sólidos, provienen en último término del sol.

Se empezará con una pregunta, que tiene su razón de ser tomada en cuenta.

¿Cómo se origina el viento?

---

<sup>6</sup> <http://www.estrucplan.com.ar/Articulos/verarticulo.asp?IDArticulo=384>

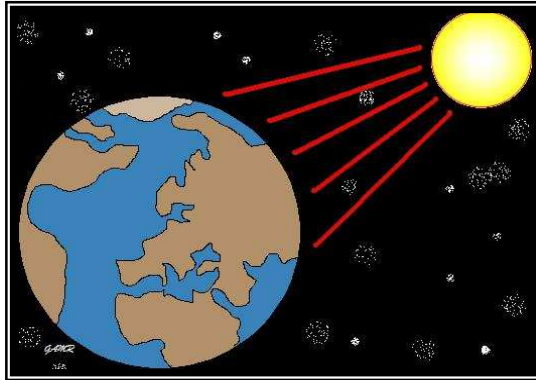


Figura 2.4.1.3 Ejemplo de cómo se origina el viento

Fuente: Propia creación/Paint

Realizado por: Mora Gustavo

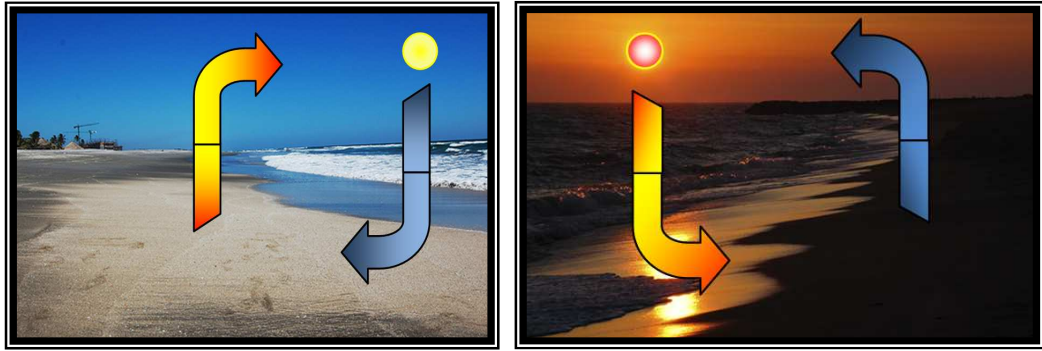
Las regiones junto a la línea Ecuador que están a ( $0^{\circ}$ ), es decir al nivel del mar son calentadas por el sol más que las zonas del resto del globo terráqueo. El sol al calentar la tierra, lo hace, pero de manera irregular produciendo de la siguiente manera el fenómeno natural llamado viento.

## 2.5 El viento

La propiedad del aire que más nos interesa para este estudio es la primera de las químicas expuesta en 2.4.1.2; ya que el viento no es más que el resultado de las diferencias de presión de las masas de aire que, al tender a igualarse, provocan las corrientes entre sus masas.

Las condiciones del viento cambian de manera permanente tanto en intensidad como en dirección; ahora que los momentos en que se aprovecha la energía del aire es cuando se crea un flujo másico.

El aire caliente es más ligero (menos denso) que el aire frío provocando el régimen habitual del viento durante el día y durante la noche



Figuras 2.5 Curso del viento en el día y en la noche

Fuente: Propia creación/Word

Realizado por: Mora Gustavo

Durante el día → brisa marina

La tierra se calienta más rápidamente que el mar por efecto del sol. El aire sube, circula hacia el mar y crea una depresión a nivel del suelo que atrae al aire frío del mar. A menudo hay un período de calma al anochecer, este es cuando las temperaturas del suelo y del mar se igualan.

Durante la noche → suave brisa

Los vientos soplan en sentido contrario. Normalmente durante la noche la brisa terrestre tiene velocidades inferiores, debido a que la diferencia de temperaturas entre la tierra y el mar es más pequeña.

El aprovechamiento de la energía del viento se fundamenta en conversión de la energía cinética de aire en movimiento, siendo esta la función del viento, en energía mecánica para producir un movimiento en un eje o un par motriz capaz de mover, por ejemplo generadores eléctricos (aerogeneradores), o aerobombas (bombas de extracción de agua). Según el teorema de Betz la energía cinética del viento se puede aprovechar solo el 59%.

## 2.5.1 Comportamiento del viento según el terreno

Por más que se tenga el régimen habitual del viento en las montañas se tiene el fenómeno denominado “Viento de cañón”; este se da si el fondo del valle es muy inclinado, el aire puede ascender o descender por el valle, provocando en su finalidad turbulencia.

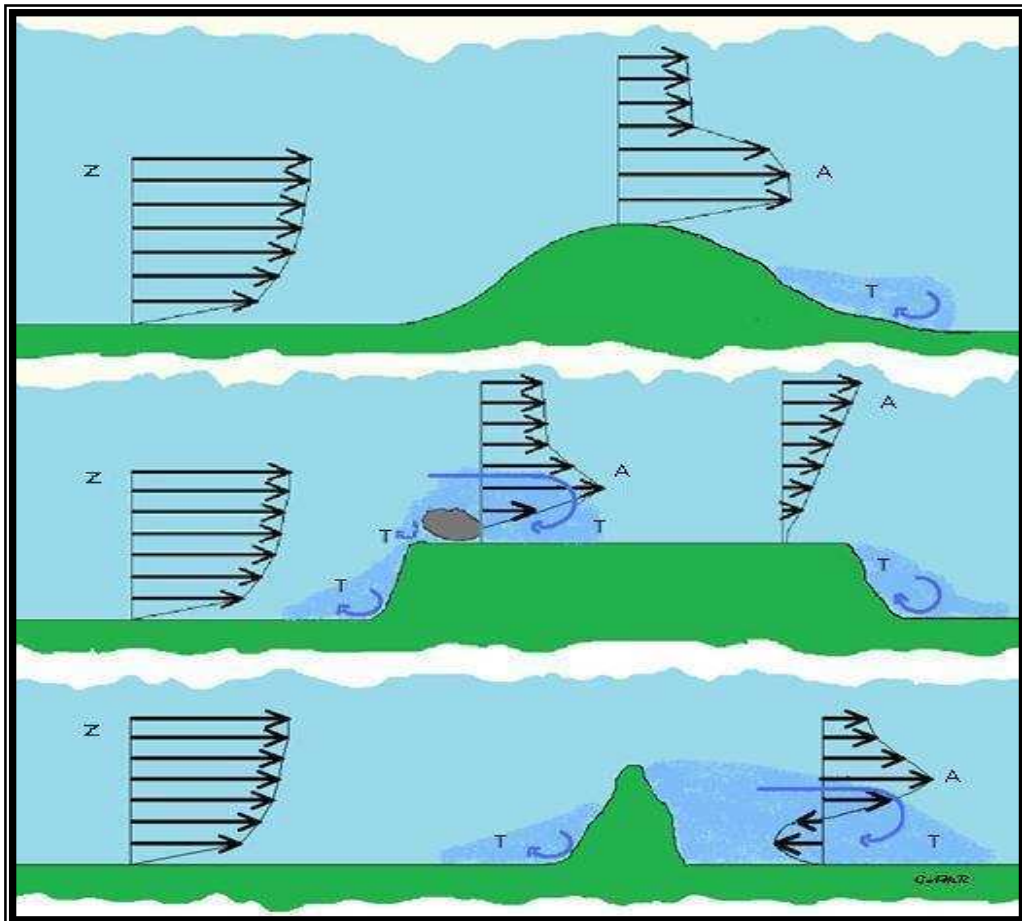


Figura 2.5.1 Comportamiento del viento según el terreno

Fuente: Propia creación/Paint

Realizado por: Mora Gustavo

Los vientos que soplan en las laderas a sotavento pueden ser bastantes fuertes

Donde:

- Z** → Zona de incremento de velocidad del viento
- A** → Zona de aceleración de velocidad
- T** → Zona de turbulencia

### **Zona de incremento de velocidad**

La velocidad del viento es mayor siempre que esté a mayor altura de la superficie terrestre; exceptuando los momentos donde se tiene aceleración y turbulencia.

### **Zona de aceleración de velocidad**

Hay dos zonas de aceleración:

La primera se da debido al régimen habitual del viento por el sol; haciendo que las corrientes de aire asciendan provocando que la velocidad del aire aumente; para entender este paso se toma la segunda ley de Newton.

Un objeto tiende a moverse cuando es empujado por una fuerza.

El objeto → partículas de aire

Fuerza → es por efecto del sol que hace que la corriente de aire ascienda.

La segunda es producida por la siguiente razón:

Tomando en cuenta que la densidad de una capa de partículas del aire es menor mientras más arriba se encuentren, por mínima que sea la diferencia de altura; en el momento de encontrar mayor diferencia de altura, las velocidades de las partículas que se encuentren sobre la capa límite tenderán a disminuir radicalmente, haciendo que la velocidad de la capa límite aumente.

### **Zona de turbulencia**

Es el lugar de agitación, caracterizándose por un cambio repentino de dirección e intensidad del viento en una corta distancia en sentido vertical; cuando obstáculos tales como edificación, terreno irregular o árboles intervienen con el flujo normal del viento se denomina turbulencia mecánica. Se puede identificar el tipo de flujo, si es laminar o turbulento con el número de Reynolds.

### **Flujo laminar**

Se denomina laminar al flujo de viento, cuando las trayectorias del fluido son paralelas, formando capas similares en su velocidad y sentido; es decir laminares, de ahí su nombre; se caracteriza por que la corriente del fluido es suave y ordenada.

### **Flujo turbulento**

Se llama flujo turbulento o corriente turbulenta al movimiento de un fluido que se da en forma caótica, como consecuencia de la ruptura de un flujo ordenado, que afectan zonas en dirección del movimiento en que las partículas se mueven desordenadamente y las trayectorias de las partículas se encuentran formando pequeños remolinos aperiódicos.

La turbulencia según la definición de Taylor y Von Kármán, puede producirse por el paso del fluido sobre superficies de frontera, o por el flujo de capas de fluido, a diferentes velocidades que se mueven una encima de la otra. Hay varios tipos de turbulencia como:

- Turbulencia de pared: generada por efectos viscosos antes y después debida a la existencia de obstáculos.
- Turbulencia libre: producida en la ausencia de pared y generada por el movimiento de capas de fluido a diferentes velocidades.

### **Número de Reynolds**

Número de Reynolds.- número adimensional que se utiliza en la mecánica de fluidos para estudiar el movimiento de un fluido en el intervenir de una tubería, o alrededor de un obstáculo sólido. Se representa por  $Re$ .

El régimen de flujo depende de tres parámetros físicos que describen las condiciones del flujo. El primer parámetro es una escala de longitud del campo de flujo, como el espesor de una capa límite o el diámetro de una tubería. Si dicha escala de longitud es lo bastante grande, una perturbación del flujo podría aumentar y el flujo podría volverse turbulento. El segundo parámetro es una escala de velocidad tal como un promedio espacial de la velocidad; si la velocidad es lo bastante grande el flujo podría ser turbulento. El tercer parámetro es la viscosidad cinemática; si esta viscosidad es lo bastante pequeña, el flujo puede ser:

$Re < 5 * 10^5 \rightarrow$  El flujo siempre es laminar

$Re \geq 5 * 10^5 \rightarrow$  El flujo se vuelve turbulento

$$Re = \frac{\delta * V_{XR} * D}{\mu} \qquad Re = \frac{V_{XR} * D}{\nu}$$

Teniendo:  $5 * 10^5 \leq Re < 5 * 10^5$

$\delta \rightarrow$  Densidad

$V_{XR} \rightarrow$  Velocidad del viento aprovechada

$D \rightarrow$  Diámetro del área de barrido

$\mu \rightarrow$  Viscosidad dinámica

$\nu \rightarrow$  Viscosidad cinemática

### **Viscosidad**

Viscosidad, propiedad de un fluido que tiende a oponerse a su flujo cuando se le aplica una fuerza. Los fluidos de alta viscosidad presentan una cierta resistencia a fluir; los fluidos de baja viscosidad fluyen con facilidad. La unidad mecánica con la que se mide es el viscosímetro.

Cabe señalar que la viscosidad sólo se manifiesta en fluidos en movimiento, ya que cuando el fluido está en reposo adopta una forma tal en la que no actúan las fuerzas tangenciales que no puede resistir. Es por ello por lo que llenado un recipiente con un líquido, la superficie del mismo



permanece plana, es decir, perpendicular a la única fuerza que actúa en ese momento, la gravedad.

Si la viscosidad fuera muy grande, el rozamiento entre capas adyacentes lo sería también, lo que significa que éstas no podrían moverse unas respecto de otras o lo harían muy poco, es decir, se estaría ante un sólido.

La viscosidad es característica de todos los fluidos, tanto líquidos como gases.

Tabla 2.5.1 Viscosidad del aire

Viscosidad del aire atmosférico		
Temperatura °Celsius	$\mu$ , Viscosidad (dinámica)	$\nu$ , Viscosidad cinemática
-40	$1.51 \cdot 10^{-5}$	$0.99 \cdot 10^{-5}$
0	$1.71 \cdot 10^{-5}$	$1.33 \cdot 10^{-5}$
20	$1.80 \cdot 10^{-5}$	$1.50 \cdot 10^{-5}$
50	$1.95 \cdot 10^{-5}$	$1.79 \cdot 10^{-5}$

Fuente: <http://www.talentfactory.dk/es/stat/unitsw.htm>

Realizado por: Mora Gustavo

Las medidas de la viscosidad dependen de las fórmulas a aplicar  
Coeficiente de viscosidad dinámico, designado como  $\mu$ . En unidades en el SI

Viscosidad dinámica  $\rightarrow$  Pascal \* segundo  $\rightarrow$  Pa\*s

$$Pa = \frac{N}{m^2} \qquad N = \frac{Kgm}{s^2}$$

$$Pa = \frac{Kgm}{m^2 s^2}$$

$$Pa = \frac{Kg}{ms^2}$$

$$\mu = Pa * s$$

$$\mu = \frac{Kg}{ms}$$

Coeficiente de viscosidad cinemático, designado como  $\nu$ , resulta ser igual al cociente del coeficiente de viscosidad dinámica entre la densidad.

$$\nu = \frac{\mu}{\delta}$$

$$\mu = \frac{Kg}{ms}$$

$$\delta = \frac{Kg}{m^3}$$

$$\nu = \frac{Kgm^3}{msKg}$$

$$\nu = \frac{m^2}{s}$$

## 2.6 Superficies para el correcto uso de masas de aire en movimiento

Al igual que un ala de un avión, funciona la pala de un aerogenerador.

Recordando que la energía cuando pasa de un estado a otro con poco desgaste en su transición es mayor, se dice que el aire puede ser utilizado de dos maneras.

- Creando capa límite y diferencia de presión.
- Creando resistencia.

Teniendo en cuenta a las (superficies aerodinámicas) palas o aspas como fuente principal de máquinas que funcionan a través del flujo del aire.

## 2.6.1 Perfil aerodinámico

Con este gráfico se trata de explicar el curso del aire por la superficie aerodinámica.

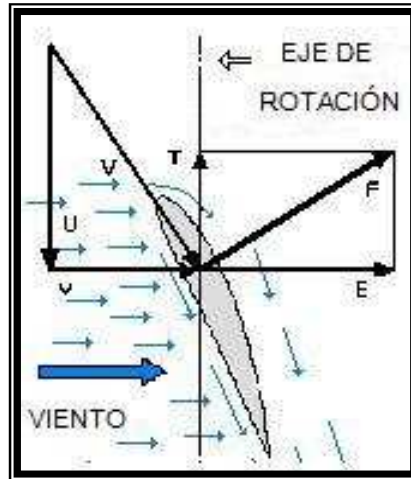


Figura 2.6.1 Fuerza aplicada en un corte de un perfil aerodinámico

Fuente: <http://centroeducativo/uy.http>, editado

Realizado por: Mora Gustavo

Las flechas son el aire en movimiento, que genera una serie de fuerzas en toda la superficie exterior o extradós e interior o intradós de esta ala o pala de hélice.

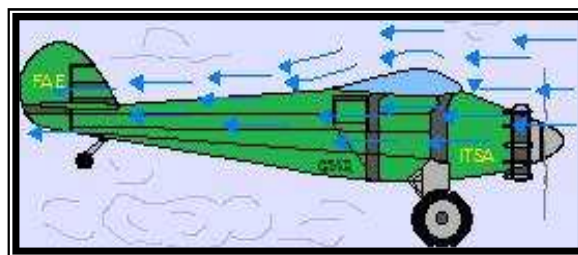


Figura 2.6.2 Dirección del aire a través de un conjunto de superficies aerodinámicas

Fuente: <http://centroeducativo/uy.http>, editado

Realizado por: Mora Gustavo

Cuando el viento golpea la pala, esta ofrece una resistencia al avance. Hay que mirar que el intradós tiene la parte más plana que el

extradós, por más que tenga una curvatura. La razón está en que al rodear el aire al perfil, al estar más abombado por arriba que por abajo, éste va más deprisa por abajo generando un vacío arriba y haciendo que, en el caso de un avión tienda a tirar de él y en el caso de nuestro aerogenerador, se ejerza una fuerza "E" sobre "T" eje de rotación, cuya resultante "F" es la responsable de que gire la hélice.

¿Y qué diferencia puede haber entre nuestro perfil y el de un avión convencional? (uno de pasajeros, es semi igual, y los de gran velocidad como un caza, el perfil es biconvexo, es decir, el extradós e intradós son iguales).

La diferencia está principalmente, en el ángulo formado por el perfil y el flujo del aire. En nuestro ejemplo del aerogenerador es de unos  $45^\circ$  y en el de un avión suele ser de cero o de muy poquitos. El motivo principal es la estabilidad.

### 2.6.1.1 Aerodinámica de los aerogeneradores: pérdida de sustentación y resistencia aerodinámica

#### Pérdida de sustentación

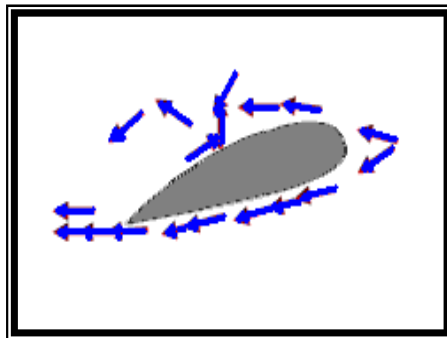


Figura 2.6.1.1 Flujo del viento a través del asa de un perfil aerodinámico

Fuente: <http://centroeducativo/uy.http>

Realizado por: Mora Gustavo

Ahora bien, ¿qué es lo que ocurre cuando un avión se inclina demasiado hacia atrás en un intento de subir más rápidamente? La

sustentación del ala va de hecho a aumentar, pero en el dibujo puede verse que, de repente, el flujo de aire de la superficie superior deja de estar en contacto con la superficie del ala. En su lugar, el aire gira alrededor de un vórtice irregular (condición que también se conoce como turbulencia). Bruscamente, la sustentación derivada de la baja presión en la superficie superior del ala desaparece. Este fenómeno es conocido como pérdida de sustentación.

### **Resistencia aerodinámica**

Sin embargo, los diseñadores de aviones y los de palas de rotor no sólo se preocupan de la sustentación y de la pérdida de sustentación.

También se preocupan de la resistencia del aire, conocida en el argot técnico como resistencia aerodinámica. La resistencia aerodinámica normalmente aumentará si el área orientada en la dirección del movimiento aumenta.

## **2.7 Máquinas para generar energía gracias al viento**

En la actualidad existe una variedad de modelos de aerogeneradores, diferentes entre sí tanto por la potencia proporcionada, como por el número de palas y su diseño.

Varios investigadores han sacado a la luz estudios de diferentes generadores eólicos; permitiendo destacar a un tipo de aerogenerador debido a las características del mismo, para su instalación, teniendo en cuenta principalmente a las formas, número, diseño y longitud de palas.

Debido a los ingenios eólicos existe una división según el eje con el que trabajan, así tenemos 2 tipos:

- Eje vertical → VAWTs
- Eje horizontal → HAWTs

### 2.7.1 Aerogenerador de eje vertical

VAWTs → Por sus siglas en Inglés “Vertical axis wind turbines”. Los molinos de eje vertical disponen de un eje de giro verticalmente, mientras que las palas se mueven en un plano horizontal a su alrededor.



Figura 2.7.1 Aerogenerador de eje vertical

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Darrieus-windmill.jpg>

Realizado por: Mora Gustavo

#### Los tipos son:

- Darrieus
- Giromill
- Savonius

#### Las ventajas de aerogeneradores de eje vertical son:

- Estructurales → es decir no necesitan mecanismos de orientación.
- Instalación → se puede instalar el generador eléctrico en el suelo.
- Aerodinámica → permite aprovechar el viento dentro de una banda amplia de velocidades.

### **Las desventajas de aerogeneradores de eje vertical son:**

- Costo → Tomando en cuenta generadores de la misma potencia, uno de eje vertical cuesta más que uno de eje horizontal, por el diseño de sus aspas, entre otras cosas.
- Potencia → producen menor cantidad de energía que los generadores de eje horizontal.
- Arranque → necesita motorizar el arranque

Los diseños más utilizados son el rotor Savonius y el rotor Darrieux

#### **2.7.1.1 El rotor Savonius**

El modelo tipo "savonius", aunque tiene la facultad de hacer funcionar con muy poca velocidad de aire, en velocidades elevadas de éste, pierde eficacia. Sin embargo es apropiado en generadores de pequeña y mediana potencia (refiriéndose a los vatios).

El modelo de rotor Savonius es el más simple. Consiste en un cilindro hueco partido por la mitad, en el cual sus dos mitades han sido desplazadas para convertirlas en una S; las partes cóncavas de la S captan el viento, mientras que los reversos presentan una menor resistencia al viento, por lo que girarán en el sentido que menos resistencia ofrezcan.

Este sistema tiene el inconveniente de presentar una sobrepresión en el interior de las zonas cóncavas al no poder salir el aire, perjudicando el rendimiento; el sistema queda mejorado separando ambas palas y dejando un hueco entre ambas para que se exista un flujo de aire.

Debido a la gran resistencia al aire que ofrece este tipo de rotor, solo puede ser utilizado a bajas velocidades.

El uso para generación de energía eléctrica precisaría de multiplicadores de giro, si la generación necesaria es alta. Es por tanto útil para aplicaciones de tipo mecánico, como el bombeo de agua.

### **2.7.1.2 El rotor Darrieus**

Por su parte, el rotor Darrieus consta de unas finas palas con forma de ala de avión simétrica, que están unidas al eje sólo por los dos extremos, con una curva especial diseñada para un máximo rendimiento entre las dos uniones del eje. Su forma consiste en dos o tres arcos que giran alrededor del eje.

Permite mayores velocidades que las del rotor Savonius, pero no alcanza a las de un rotor de eje horizontal; de todas formas ya es útil para la generación de energía eléctrica.

Los molinos de eje vertical tienen la ventaja de que no precisan dispositivos de orientación, ya que pueden captar el viento que provenga de cualquier dirección, simplificando la maquinaria y evitando averías. Esta característica de captación omnidireccional, le permite ser instalado en cualquier terreno sin necesidad de levantar altas torres, tratando de reducir sus costos por lo menos en su instalación.<sup>7</sup>

En el generador eólico no es necesario que estén orientadas las palas, ya que se pueden aprovechar los vientos que provienen de cualquier dirección, debiéndose a la simetría de sus palas.

---

<sup>7</sup> [http://www.natureduca.com/energ\\_alterna\\_genereolic2.php](http://www.natureduca.com/energ_alterna_genereolic2.php)



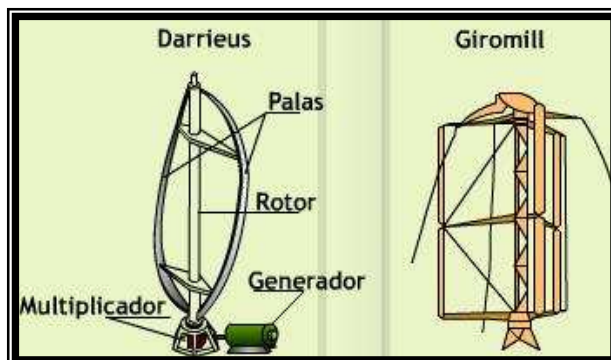


Figura 2.7.1.2 Ejemplo de Rotor Darrieus y Giromill

Fuente: <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

Realizado por: Instituto Educativo Uruguayo

Este tipo de aerogenerador necesita de un motor para ponerlo en marcha, ya que la simetría y los perfiles aerodinámicos no permiten su auto arranque, aunque una vez en marcha es capaz de mantenerse gracias a la aerodinámica de sus palas.

### 2.7.1.3 El rotor Giromill

El modelo Giromill, es un intento de llegar al término medio, entre el Darrieus y el Savonius.

### 2.7.2 Aerogenerador de eje horizontal

HAWTs → de sus siglas en Inglés “Horizontal axis wind turbine”

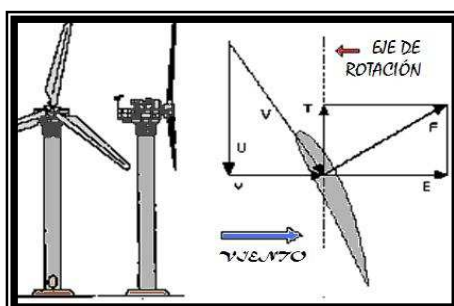


Figura 2.7.2 Aerogenerador de eje horizontal

Fuente: <http://centroeducativo/uy.http>

Realizado por: Mora Gustavo

Básicamente el estudio de un aerogenerador se determina con el teorema de Betz. Un aerogenerador de este tipo consiste de una máquina rotacional, el movimiento del cual se produce por la energía cinética del viento al actuar sobre el rotor de cualquier número de palas, con perfil de diseño aerodinámico.

El movimiento rotacional producido es transmitido, y algunas veces multiplicado por los engranajes (un multiplicador de velocidad, aunque no siempre está provisto de este), a un generador que produce energía eléctrica. Los componentes mencionados están instalados en la parte superior de una góndola o de un bastidor, que va situado encima de una torre.

Son sumamente beneficiosos al momento de su adquisición; ya que sí se comparan los costos entre aerogeneradores horizontales y verticales del mismo potencial, los HAWTs son menos costosos.

**Se divide por varios tipos según el flujo de aire; los tipos de generadores eólicos de eje horizontal son:**

- Monopala
- Bipala
- Tripala
- Multipala americano

### 2.7.2.1 Monopala

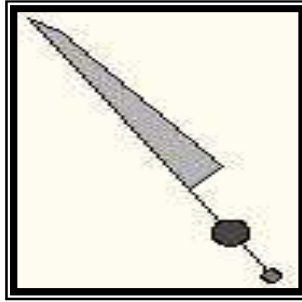


Figura 2.7.2.1 Monopala

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Según el idioma latín; Mono → uno  
Quiere decir una sola pala.

Zona de uso: las corrientes de aire son casi constantes en la dirección de flujo; es decir flujo es exageradamente laminar.

### 2.7.2.2 Bipala

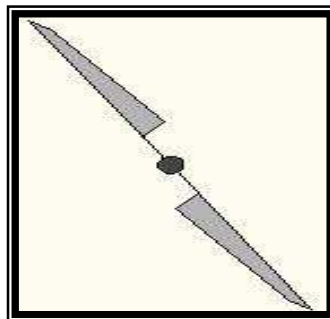


Figura 2.7.2.2 Bipala

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Según el idioma latín; bi → dos  
Quiere decir dos palas.

Zona de uso: el flujo de aire es laminar.

### 2.7.2.3 Tripala

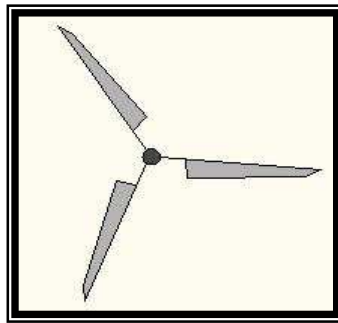


Figura 2.7.2.3 Tripala

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Según el idioma Latín; tri → tres

Quiere decir tres palas.

Zona de uso: el flujo de aire está entre laminar y turbulento.

### 2.7.2.4 Multipala

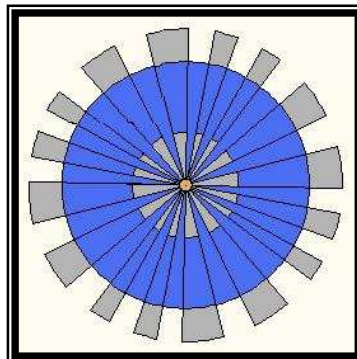


Figura 2.7.2.4 Multipala

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Según el idioma Latín; multi → mucho, varios.

Quiere decir varias palas.

Zona de uso: la corriente de aire varía bastante en su dirección, la mayoría de estos aerogeneradores horizontales están provistos de una aleta direccional.

## 2.8 Teorema de Betz

Sabiendo que la energía no se crea ni se destruye solo se transforma la ley de Betz fue formulada por primera vez por el físico alemán Albert Betz en 1919. Su libro "Wind-Energie", publicado en 1926, proporciona buena parte del conocimiento que en ese momento se tenía sobre energía eólica y aerogeneradores.<sup>8</sup>

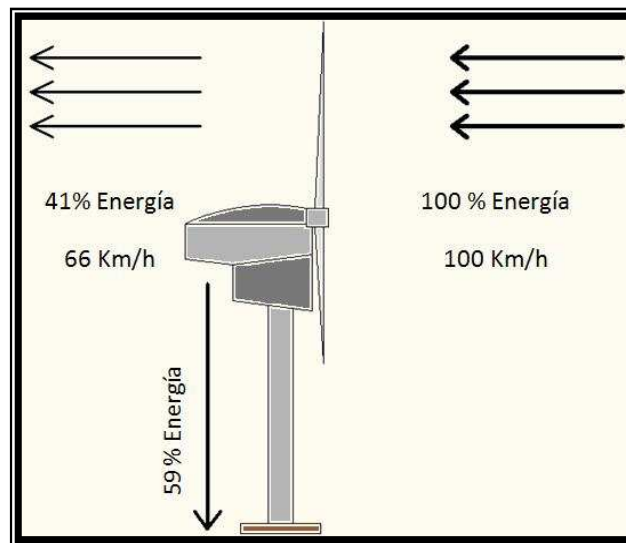


Figura 2.8 Diagrama según Betz

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

El viento pasa a través del aerogenerador dejando una marca que no es susceptible a nuestros ojos debido a la cuarta propiedad física antes nombrada en 2.4.2.2.

Cuando la energía choca contra algo pasa de un tipo de energía a otra, pero nunca su 100% a una sola.

<sup>8</sup> <http://www.windpower.org/ES/tour/wres/betz.htm>

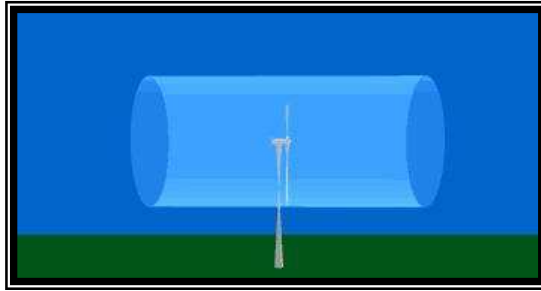


Figura 2.8.1 Esquema erróneo de la energía del aire a través de un aerogenerador

Fuente: <http://www.windpower.org/ES/tour/wres/tube.htm>

Realizado por: Mora Gustavo

Un aerogenerador desviará el viento antes de que el viento llegue al plano del rotor. Esto significa que nunca seremos capaces de capturar toda la energía que hay en el viento utilizando un aerogenerador.

### 2.8.1 Ley de Betz



Betz Nació un 25 de diciembre 1885 Schweinfurt y murió un 16 de abril 1968 Göttingen.

Betz escribió un libro en 1926 de nombre:

"Wind-Energie"

Figura 2.8.2 Betz

Fuente: <http://www.wiki.rincon.org/tour/bibli/Betz%20Te.htm>

Realizado por: Mora Gustavo

Significa la energía del viento.

Consideremos, cosa bastante razonable, que la velocidad promedio del viento a través del área del rotor es el promedio de la velocidad del viento  $\rightarrow V_0$ , sin perturbar antes de la turbina eólica, y la velocidad del

viento después de su paso por el plano del rotor  $\rightarrow V$ , esto es,  $(V_0 + V)/2$ .

El rotor de la turbina eólica debe obviamente frenar el viento cuando captura su energía cinética y convierte en energía rotacional. Esto implica que el viento se moverá más lentamente en la parte izquierda del rotor que en la parte derecha. Dado que la cantidad de aire que pasa a través del área barrida por el rotor desde la derecha (por segundo) debe ser igual a la que abandona el área del rotor por la izquierda, el aire ocupará una mayor sección transversal (diámetro) detrás del plano del rotor.

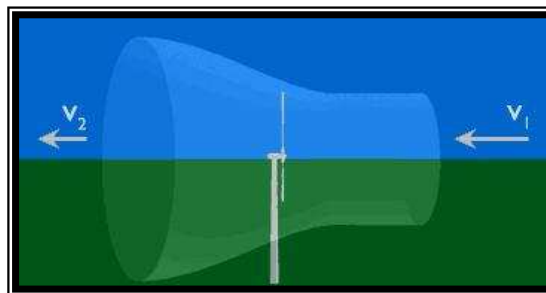


Figura 2.8.3 Esquema de la energía del aire a través de un aerogenerador según Betz

Fuente: <http://www.windpower.org/es/tour/wres/tube.htm>

Realizado por: Rincón Tecnológico y Biográfico

La masa de la corriente de aire a través del rotor durante un segundo es

$$m = \delta * Ar(V_0 + V)/2$$

Donde  $m$  es la masa por segundo,  $\delta$  es la densidad del aire,  $A_r$  es el área barrida por el rotor y  $(V_0 + V)/2$  es la velocidad del viento promedio a través del área del rotor.

La potencia del viento extraída por el rotor es igual a la masa por la diferencia de los cuadrados de la velocidad del viento (de acuerdo con la segunda ley de Newton).

### 2.8.1.1 Segunda ley de Newton

La segunda ley de Newton relaciona la fuerza total y la aceleración. La aceleración será proporcional a la magnitud de la fuerza total y tendrá la misma dirección y sentido que ésta. Una fuerza neta ejercida sobre un objeto lo acelerará, es decir, cambiará su velocidad.<sup>9</sup>

$$F = m * a$$

Betz basándose en la segunda ley de Newton antes expuesta indica que:

La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de la densidad, el área de barrido y la aceleración de la velocidad del viento, exponiendo la fórmula de  $P \rightarrow$  potencia

$$P = \frac{1}{2} m (V_o^2 - V^2)$$

Al momento que el aire en corriente es decir el viento choca con una superficie tiende a cambiar de dirección como cualquier otro fluido, según la curvatura de dicha superficie; dependiendo de la fuerza del fluido (viento), se moverá o no la estructura compuesta por dicha superficie.

Después de que el viento haya traspasado el dispositivo captador la velocidad del viento disminuirá debido a que parte de su energía ha sido transferida al rotor, a través de las palas.

---

<sup>9</sup> Cuestionario para el examen de grado del Colegio Diocesano San Pío X



## 2.9 Partes del aerogenerador común

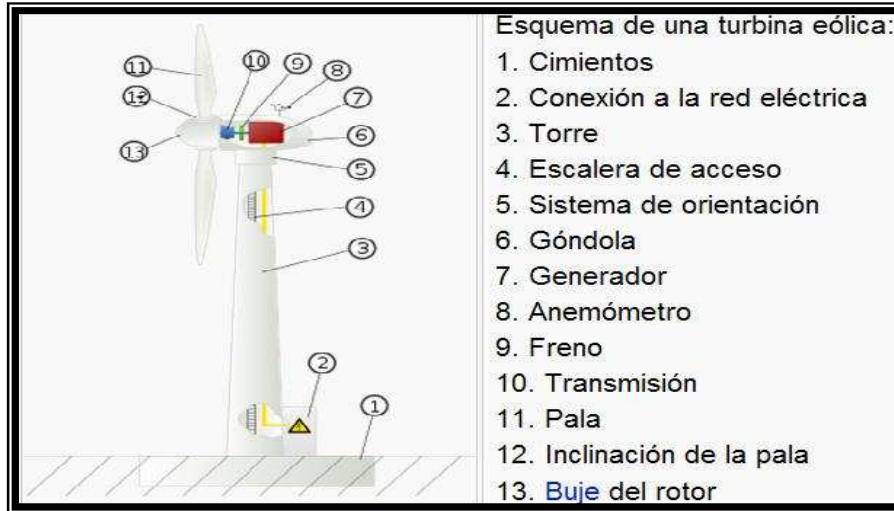


Figura 2.9 Partes de un aerogenerador

Fuente: <http://es.wikipedia.org/wiki/genelo.mht>

Realizado por: Wikipedia

### 2.9.1 Góndola

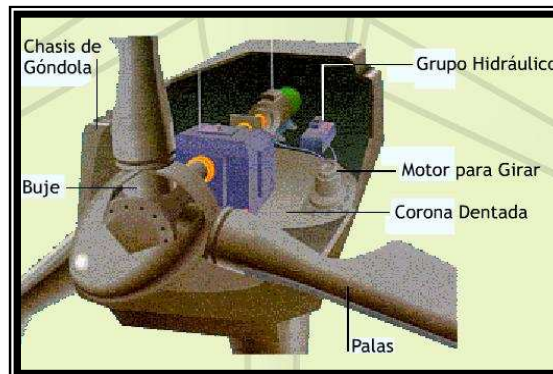


Figura 2.9.1 Esquema de algunas partes internas de un aerogenerador de gran potencia

Fuente: <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

Realizado por: Instituto Educativo Uruguayo

Es el conjunto del bastidor y coraza del aerogenerador. El bastidor es la pieza sobre la cual se acopla la torre. Este bastidor está protegido por una coraza, generalmente de fibra de vidrio y poliéster, reforzado con perfiles de acero inoxidable.

Este a más de ser soportado, contiene y soporta elementos principales y secundarios; los cuales se detallan a continuación:

## 2.9.2 Truñón

El truñón es el accesorio del aerogenerador que sostiene al spinner.

Mecanismo por el cual el movimiento de las aspas es transmitida al eje del rotor.

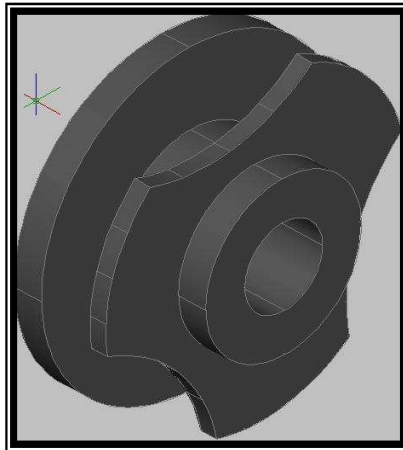


Figura 2.9.2 Ejemplo 3D de un truñón

Fuente: Propia creación/AutoCAD20093D

Realizado por: Mora Gustavo

El truñón o hug, también conocido como buje es uno especial para el tipo de generador.

Cuando el aerogenerador es de paso variable, el buje contiene los mecanismos que producen la rotación de las palas. Cuando es de paso fijo puede estar provisto de frenos aerodinámicos accionados hidráulicamente, las válvulas también se instalan dentro del buje de accionamiento del sistema de frenado.

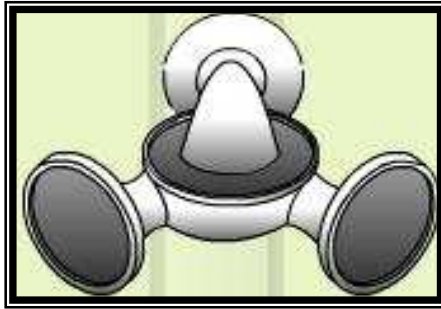


Figura 2.9.3 Ejemplo de buje

Fuente: <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>

Realizado por: Mora Gustavo

Cuando es de palas de paso variable el Spinner viene soldado a la estructura del truñón.

### **2.9.3 Spinner**

El spinner es la estructura hueca que permite mejor aerodinámica al aerogenerador por su forma cónica.

Las empresas tienen en conjunto los spinners y los truñones debido a que esta parte es única según el tipo de palas, no se puede poner cualquiera.

### **2.9.4 Aspas**

También denominadas palas. Superficies aerodinámicas, donde impactará el aire en movimiento, para hacer girar al generador.

Las palas son los elementos del aerogenerador encargados de captar la energía cinética del viento, tratándose con gran importancia para su fabricación, las longitudes de las palas correctas, añadiendo unos cuantos centímetros al valor calculado con el estudio del área de barrido, ya sea de cualquier forma o tipo de pala, hoy en día, fabricantes utilizan materiales ligeros.

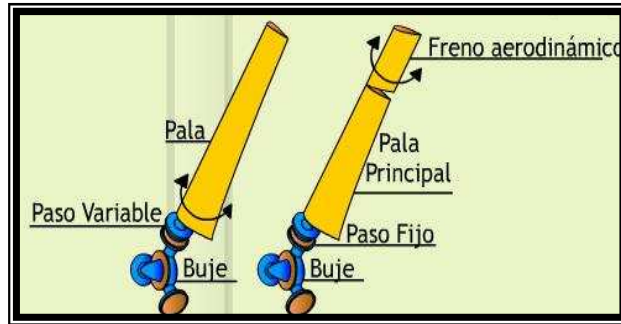


Figura 2.9.4 Ejemplos de palas de paso fijo y paso variable  
 Fuente: <http://www.centroeducacional.edu.uy/sitio/subir/eolica1.swf>  
 Realizado por: Mora Gustavo

Las palas se distinguen por su forma y por el giro de las palas alrededor del propio eje, es decir, si son de paso variable o fijo.

#### 2.9.4.1 Forma aerodinámica de aspas según el fluido

Las palas son de distintas formas según el fluido que vaya a transmitir su energía, tales son los casos de aire y agua.



Figura 2.9.4.1 Tipos de palas según el fluido  
 Fuente: [http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:F4U\\_Corsair\\_\(engine\)\\_-\\_AirExpo\\_Muret\\_2007\\_0184\\_2007-05-12.jpg](http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:F4U_Corsair_(engine)_-_AirExpo_Muret_2007_0184_2007-05-12.jpg) --  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:Screw-Konpira.jpg>  
 Realizado por: Mora Gustavo

#### **2.9.4.2 Tipos de palas según el paso de aire**

##### **Variable**

Con el hecho de permitir el giro de la pala sobre el propio eje, se pueden modificar aspectos aerodinámicos de las palas que permiten controlar la potencia proporcionada por el aerogenerador. La posibilidad del cambio de paso de pala permite una mayor producción energética, debido a una mejor adaptación aerodinámica de las palas al viento incidente. En este tipo de palas se suelen incorporar frenos aerodinámicos.

##### **Fijas**

El perfil de la pala está diseñado de manera que el control de potencia se realice para la menor pérdida aerodinámica de las palas. Todo depende de la longitud de las palas, debido a que ésta es según la potencia requerida.

#### **2.9.4.3 Tratado de pala extendida**

Por la investigación e información adquirida, en este proyecto de estudio este nombre "Tratado de pala extendida" se lo da a todo momento de fabricación de las palas, debido a que al valor del cálculo que se obtiene con el área frontal barrida del rotor, se le aumenta unos centímetros de longitud; para que tenga mayor superficie de impacto del aire y haya espacio para ubicar al spinner para mayor aerodinámica.

#### **2.9.5 Generador**

Un generador de corriente funciona por una propiedad física de las bobinas y los imanes. Si una bobina (alambre enrollado) se mueve dentro del campo magnético de un imán, se produce en el alambre enrollado una corriente eléctrica. El generador funciona cuando algo produce la rotación

de una bobina dentro de un campo magnético estático. La bobina está conectada a la salida del generador, donde se conectan los artefactos eléctricos a los que alimenta esa corriente generada

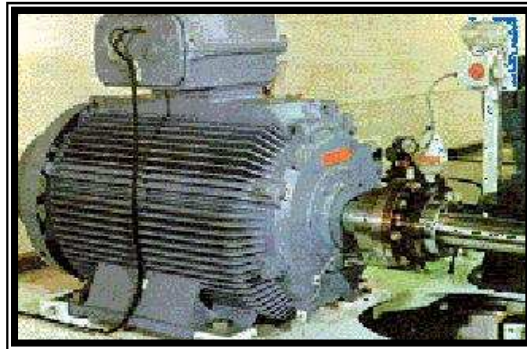


Figura 2.9.5 Generador

Fuente: <http://www.rincon.rincón/gen%2/power.jpg>

Realizado por: Mora Gustavo

El objetivo del generador es transformar la energía mecánica procedente del rotor de la máquina en energía eléctrica, que será liberada a la red eléctrica, o algún centro de consumo. En la actualidad hay generadores de hasta  $1500000W \rightarrow 1500KW$ .

Está compuesto de imanes y una envoltura de un número  $n$  de alambres de cobre de un diámetro específico, su diámetro depende de si se encuentra dentro de una estructura ventilada o no, este es dado la vuelta a través de un número determinado de paso de ranuras, un número de veces calculable. Por lo general los generadores eólicos hacen girar a los imanes a través de un único eje, llamado rotor, sea este o no saliente de un multiplicador.

### **2.9.6 Rotor**

Un aerogenerador obtiene su potencia de entrada convirtiendo la fuerza del viento en un par (fuerza de giro) actuando sobre las palas del rotor. La cantidad de energía transferida al rotor por el viento depende de

la densidad del aire, del área de barrido del rotor y de la velocidad del viento.<sup>10</sup>

Es la parte de la máquina que transforma la energía cinética del viento en las palas en energía mecánica. La superficie barrida por las palas es el área de captación del sistema, y es un dato clave de las máquinas.

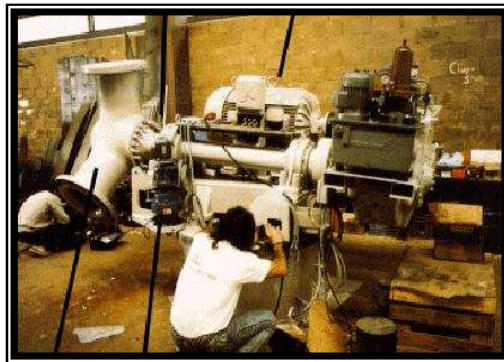


Figura 2.9.7 Rotor

Fuente: <http://www.rincon.rincón/rotor/type/eolica1.jpg>

Realizado por: Rincón del vago

## 2.9.7 Multiplicador

El multiplicador es el conjunto de ejes y engranajes. Se lo toma como parte secundaria de un aerogenerador; pero pasa a ser principal en los aerogeneradores de más potencia que  $1000W$ , haciendo que su costo suba radicalmente, debido a que si el aerogenerador está dotado de un multiplicador tendrá también los tres tipos de frenado de un aerogenerador; estos son freno aerodinámico, freno mecánico, y freno electrónico, y sí es que contiene los tres tipos de frenado deberá tener un gobernador y un medidor de flujo de viento. El conjunto es denominado multiplicador cuando la fuerza es transmitida de un engranaje grande a uno pequeño, ya que la velocidad de giro aumenta.

---

<sup>10</sup> <http://www.windpower.org/ES/tour/wres/enerwind.htm>



Figura 2.9.8 Multiplicador

Fuente: <http://www.joanballestermoragues.com/blog/wp-content/uploads/engranajes.jpg>

Realizado por: Mora Gustavo

La función del multiplicador es adaptar la baja velocidad de rotación del eje del rotor a las velocidades necesarias para el generador eléctrico. En general, son un conjunto de engranajes que conectan el eje de baja con el de alta velocidad, al cual está unido al generador.

Hay algunas líneas tecnológicas de fabricación de aerogenerador que prescinden del multiplicador (en todos los de eje vertical y los generadores de poca potencia de eje horizontal); cualquiera que sea este, tiene un sistema de regulación eléctrico electrónico.

## **2.9.8 Aleta direccional**

Superficie en la que la masa de aire en movimiento golpea, para que un aerogenerador pueda girar, según la dirección del viento.

### **2.9.8.1 Codo giratorio**

Los aerogeneradores horizontales, por lo general el aerogenerador americano numeral 2.7.2.4 usa el codo giratorio, para que este permita un libre movimiento de toda la estructura.



### **2.9.9 Torre**

Parte denominada secundaria; ya que por más que es necesario establecer la altura para el correcto funcionamiento del aerogenerador (mínimo 6 metros), la torre no es una parte con la que se transmita la energía del viento.

Soporta la góndola y el rotor. Generalmente es una ventaja disponer de una torre alta, dado que la velocidad del viento es mayor cuanto más lejos de la superficie esté. Por ejemplo una turbina moderna de  $600KW$  tendrá una torre de 40 a  $60m$  (equivalente a un edificio de 13 a 20 plantas). Las torres pueden ser de celosía o tubulares; siendo estas las más seguras por el flujo del viento.<sup>11</sup>

### **2.10 Área frontal barrida por la pala**

El área frontal mínima barrida por la pala viene a ser el área barrida mínima por el rotor que esté de frente a la corriente de viento; se dice mínima, ya que al momento de fabricar la pala, se alargan unos cuantos cm al valor calculado de la longitud de la pala para que haya mayor superficie de impacto.

#### **2.10.1 Dimensionado de un rotor eólico**

Esta parte del estudio se toma en cuenta en los cálculos de energía eólica. El área frontal barrida por la pala  $\rightarrow A$ ; para una hélice es la superficie total barrida por las palas del rotor, sin importar su número, perpendicular a la dirección del viento. Como se notó en el numeral 2.7 los tipos de ejes para los generadores eólicos;

---

<sup>11</sup> [http://google.com/imgres/nocturno\\_javier/cent/trsto\\_eolo/est.htm](http://google.com/imgres/nocturno_javier/cent/trsto_eolo/est.htm)

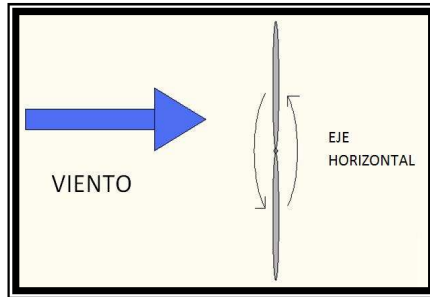


Figura 2.10.1 Influencia del viento en un rotor de eje horizontal

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Para un rotor de hélice de eje horizontal es decir paralelo a la dirección de viento y de diámetro  $\rightarrow D$ , se tiene la fórmula:

$$A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Y para;

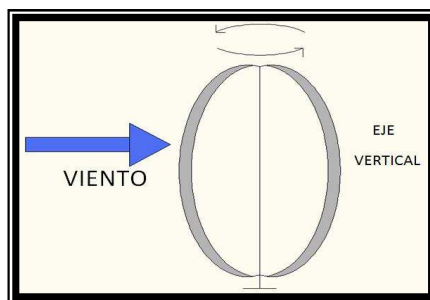


Figura 2.10.2 Influencia del viento en un rotor de eje vertical

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Para máquinas de eje vertical, es decir con viento transversal (Que se cruza en dirección perpendicular con aquello de que se trata, con un ancho de diámetro  $\rightarrow D$ , cruzando el eje de rotación  $\rightarrow A = \frac{D}{2}$ , y una altura  $\rightarrow h$ . El área barrida  $\rightarrow A$ ; se tiene:

$$A = \text{altura} * \text{anchura}$$

$$A = h * D$$

En un rotor Darrieus, Savonius y Giromill se aplica esta ecuación.

## **CAPÍTULO III**

### **3 Desarrollo del tema**

#### **3.1 Estudio mecánico para encontrar las partes más apropiadas de un aerogenerador**

Con este estudio se puede seleccionar el aerogenerador más propicio para el Instituto, tratando de invertir bien y obviamente teniendo precisión en lo que se quiere llegar a generar, por esto se analizará matemática y técnicamente, asumiendo los factores que se tengan como datos.

Como este estudio es para un modelo que no solamente sea a escala sino, que en realidad genere energía eléctrica, hay que tener un estimado de los costos de cada aerogenerador como para poder invertir de unos 600 a 650 dólares, inversión principal razonable como para un proyecto de grado; por esta razón se tomará un aerogenerador horizontal, que como en el capítulo II se indica que el VAWTs es más costoso que el HAWTs.

En esta parte del proyecto se identificará el lugar más adecuado para la compra de las partes convenientes que deben componer un aerogenerador para el ITSA, tomando en cuenta la cantidad de viento que pasa por la ciudad de Latacunga, para que este funcione correctamente.

Recordando que una de las desventajas de los VAWTs es su costo numeral 2.7.1, será un aerogenerador de eje horizontal.

### **3.1.1 Empresas que hacen estudios sobre energías limpias**

Las empresas que se preocupan del estudio, del desarrollo, de la fabricación, o de la distribución de energías limpias entre muchas otras en el mundo son:

- \* Nordex
- \* Northern
- \* CELME
- \* SuperWind
- \* Southwest Windpower
- \* Vestas
- \* Vergnet
- \* Gamesa
- \* UOU
- \* J Bonay – Aerogeneradores
- \* Proviento
- \* Blansko
- \* EU Energy
- \* Danfoss
- \* Dialnet
- \* Soliclima – Energía Solar

Como se obtuvieron nombres de algunas empresas, se tiene que identificar la más conveniente.

#### **3.1.1.1 Identificación de la empresa**

Según la investigación en internet, Proviento queda en Perú y Ecuador; siendo por su cercanía la empresa más destacada como para ser la fuente en la que se puede conseguir el aerogenerador.

Tabla 3.1.1 Metraje de las palas según la potencia del rotor y sus costos.  
 Los precios pueden variar según si es de paso fijo o paso variable.

<b>Aerogeneradores con palas de paso fijo</b>		
<b>Metrage de las palas según rotor</b>		<b>Costo</b>
<b>m</b>	<b>w</b>	<b>Varía según lugar</b>
		<b>\$</b>
<b>0,71</b>	170	368,33
<b>0,85</b>	250	400,00
<b>1,02</b>	300	650
<b>1,7</b>	500	1083,33
<b>2,6</b>	750	1625,00
<b>3,4</b>	1000	2166,67
<b>4,6</b>	1350	2925,00
<b>5,0</b>	1500	3250,00
<b>5,8</b>	1800	3900,00
<b>6,4</b>	2400	5200,00
<b>6,9</b>	2750	5958,33
<b>7,7</b>	3500	7583,33
<b>8,5</b>	4020	8710,00
<b>9,3</b>	5000	10833,33
<b>10,9</b>	10000	21666,67
<b>12,0</b>	20000	39462,00
<b>13,7</b>	40000	58000,00
<b>15,2</b>	50000	63840,00
<b>17,3</b>	100000	98000,00
<b>18,8</b>	350000	130560,00
<b>20,0</b>	600000	180000,00

Fuente: Varios destinos WEB

Realizado por: Mora Gustavo

Como en el literal 3.1 se indica claramente la cantidad posible a invertir en el proyecto, según la tabla 3.1.1.1, el aerogenerador elegido es el de 300W .

El presidente de Proviento, ubicado en Quito, proporcionó datos informativos, del que se pudo rescatar el costo del aerogenerador de 300W , coincidiendo con el costo investigado.

Notándose que el generador de  $300W$  debe tener palas de largo de 1m con 2 cm para su correcto funcionamiento, tomando en cuenta que los valores mostrados en la tabla 3.1.1.1 están con el tratado de pala extendida numeral 2.9.4.3, ya que son las medidas de fabricación para su venta.

Se debe comprobar si el generador de  $300W$  funcionará correctamente con las características del aire en Latacunga, por esta razón se tiene que hacer los análisis matemático y técnico.

### **3.2 Análisis matemático**

En un estudio mecánico es prescindible tener los valores exactos, en este caso, para comprobar si un generador de  $300W$  es el correcto para el ITSA, teniendo en cuenta el tratado de pala extendida; ya que los aerogeneradores tienen la longitud de pala según la potencia a generar como se trata en el numeral 2.9.4, aclarando si el generador eólico sería el indiscutible según la velocidad del viento en la ciudad de Latacunga.

Por lo tanto se debe tomar en cuenta los valores que determinen, en este caso, de que partes deberá estar dotado el aerogenerador, si será o no necesario un multiplicador, (ya que es una de las partes más costosas), tomando en cuenta que por más de que sea una parte secundaria, puede llegar a formar parte principal de un aerogenerador; y qué tipo de aerogenerador horizontal será según el flujo de aire.

En el capítulo II se indica que el funcionamiento de un aerogenerador depende principalmente del porcentaje de velocidad de la corriente del aire entre otras cosas, destacándose la figura 2.8; por esta razón se empezará obteniendo datos sobre el viento en Latacunga.

### 3.2.1 Estudio del viento

Hay que hacer un estudio detallado del viento con sus características, para poder calcular la parte primordial de un aerogenerador, las aspas.

La velocidad del viento que corre por la ciudad de Latacunga se puede deducir en  $m/s$  gracias al anexo E.

Una milla náutica equivale a 1,8520 km en una hora.

Por lo tanto, si:

$$1nudo \rightarrow 1,85 Km/h \rightarrow 1852 m/h$$

y

$$1h \rightarrow 3600s$$

$$1nudo = \frac{1852m}{h} \left| \frac{1h}{3600s} \right| = 0,5144444 \frac{m}{s}$$

Por regla de 3:

$$0,514 m/s \rightarrow 1nudo$$

$$V \rightarrow 4nudos$$

$$V_{4nudos} = \frac{4nudos * 0,51 m/s}{1nudo}$$

$$V_{4nudos} = 2,05777 m/s$$

Tabla 3.2.1 Datos característicos de la Velocidad del viento en  $\frac{m}{s}$  en cada hora del día

VIENTOS MÁXIMOS SEGÚN HORARIO			
HORA	DIRECCIÓN	VELOCIDAD	VELOCIDAD
	RUMBOS	NUDOS	m/s
6:00	S	4	2
7:00	SE	8	4
8:00	S	11	6
9:00	S	26	13
10:00	S	28	14
11:00	SSE	28	14
12:00	SE	34	17
13:00	S	28	14
14:00	S	33	17
15:00	S	34	17
16:00	S	31	16
17:00	SSW	28	14
18:00	SW	21	11
19:00	S	18	9
20:00	S	11	6
21:00	S	7	4
22:00	S	6	3
23:00	S	4	2

Fuente: Tabla según el estudio del pasante Alex Aníbal Saltos Torres

Realizado por: Mora Gustavo

La tabla 3.2.1 quiere decir que la corriente de aire cambia notablemente, al igual que su rumbo, frecuentando más la dirección hacia el sur. Haciendo que los aviones en la ciudad de Latacunga decolen y despeguen en dirección norte sur y no sur norte.

### 3.2.1.1 Datos de viento máximo/mínimo en la ciudad de Latacunga

$$V_1 \rightarrow M \rightarrow 17 \frac{m}{s}$$

$$V_2 \rightarrow m \rightarrow 2 \frac{m}{s}$$



$$V_{\bar{x}} = \frac{17+2}{2}$$

$$V_{\bar{x}} = 9,5$$

El estudio de la Anexo E se ha dado en la plataforma del aeropuerto de la ciudad de Latacunga, donde no hay obstáculos para el viento, mientras que en las cercanías del edificio del ITSA hay casas, evitando la fluidez normal del viento; por esta razón para el desarrollo del estudio mecánico con respecto a lo matemático se tomará como dato a una velocidad menor a la de la velocidad promedio  $V_{\bar{x}}$ , o sea:

Los cálculos se hallarán con  $2,5 m/s$  menos que la velocidad promedio, debido a que la facilidad del viento a correr disminuye; por esto el dato será de  $7 m/s$ .

Para saber de qué potencia debe ser el generador eólico, el estudio matemático será fundamentado con la ley de Newton según Betz, como se trata en 2.8.1.1.

### **3.2.1.2 Estudio de las velocidades con la potencia que se quiere generar**

Como se indica en el segundo párrafo del numeral 3.1.1.1 la potencia del generador del que se quiere verificar su funcionamiento es de  $300W$ .

Según Betz, la fórmula con que se encuentra la potencia  $P$  es:

$$P = \frac{1}{2} m (V_o^2 - V^2)$$

Siendo:  $m$  → flujo másico  
 $V_o^2$  → velocidad del viento antes de pasar el rotor  
 $V^2$  → velocidad del viento después de pasar el rotor

Con el Sistema Internacional de Unidades se puede transformar los  $W$  a unidades que contengan  $m/s$ , debido a que en la formula antes presentada se tienen velocidades.

Tabla 3.2.1.2 Sistema Internacional de Unidades

<b>Sistema Internacional de Unidades</b>			
<b>Magnitudes</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>	<b>Unidades</b>	<b>SIMBOLOGÍA</b>
	<b>DIMENSIONAL</b>		<b>DE UNIDAD</b>
<b>Longitud</b>	L	Metro	m
<b>Masa</b>	M	Kilogramo	Kg
<b>Tiempo</b>	T	Segundo	s
<b>Carga eléctrica</b>	C	Voltio	v
<b>Intensidad de corriente</b>	I	Amperio	A
<b>Temperatura</b>	- O	Kelvin	K
<b>Intensidad luminosa</b>	J	Candela	cd
<b>Cantidad de sustancia</b>	N	Mol	mol

Fuente: PENNELLA, C. Robert (2002): Metrología

Realizado por: Mora Gustavo

Con la simbología dimensional

$$\text{Newton} \rightarrow MLT^{-2} \rightarrow \frac{Kgm}{s^2}$$

$$\text{Joule} \rightarrow ML^2T^{-2}, \text{Newton} * \text{metro} \rightarrow \frac{Kgm}{s^2} * m = \frac{Kgm^2}{s^2}$$

$$\text{Vatio} \rightarrow ML^2T^{-3}, \text{Joule} / \text{segundo} \rightarrow \frac{Kgm^2}{s^3}$$

$$300W = 300 \frac{Kgm^2}{s^3}$$

### 3.2.1.3 Velocidad desaprovechada

Para resolver esto se debe encontrar la “ $V$ ” velocidad del viento con la que logra pasar el mismo a través del aerogenerador, tomando en cuenta la velocidad  $7\text{ m/s}$  como dato del viento de entrada.

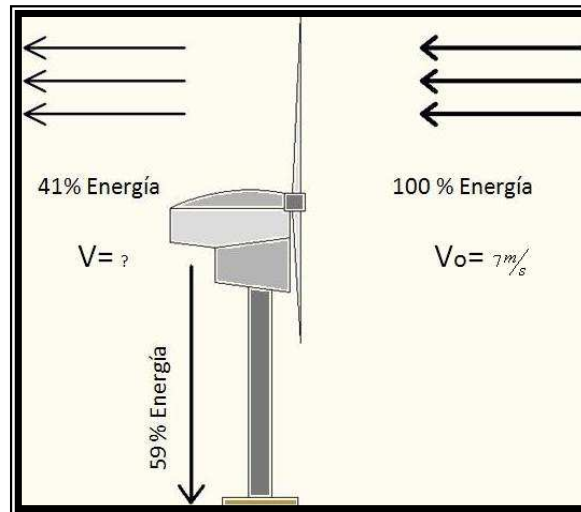


Figura 3.2.1.3 La energía según el teorema de Betz

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Según lo citado por Betz en el numeral 2.8, se tiene que:  $7\text{ m/s} \rightarrow 100\%$   
 $V \leftarrow 41\%$

Entonces:

$$V = \frac{7\text{ m/s} * 41\%}{100\%}$$

$$V = 2,87\text{ m/s}$$

### 3.2.1.4 Flujo másico

Para encontrar el flujo másico

$$P = \frac{1}{2} m (V_o^2 - V^2)$$

$$m = \frac{2P}{V_o^2 - V^2} = \frac{2\left(300 \frac{Kg m^2}{s^3}\right)}{(49 - 8,24) \frac{m^2}{s^2}} = \frac{600 Kg}{40,76 s}$$

$$m = 14,72 \frac{Kg}{s}$$

Ya se tiene la velocidad desaprovechada o velocidad final del paso del viento sobre el aerogenerador, al igual que el flujo másico.

A continuación se debe encontrar la longitud mínima del largo de cada pala, basándose en el capítulo II, sabiendo que entre las partes principales de un aerogenerador están las aspas como se explica en el numeral 2.6.

Según lo tratado en el numeral 2.10.1, se tiene que con la fórmula para hallar el diámetro del área de barrido, se puede encontrar el radio  $r$ , y ya que cada pala tiene su inicio desde el rotor, el radio es el largo mínimo de cada pala.

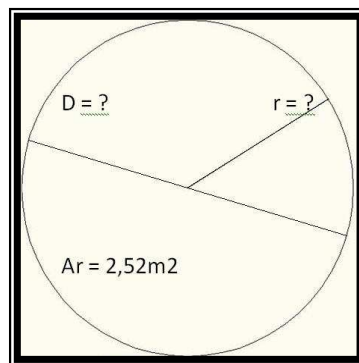


Figura 3.2.1.4 Área de barrido del rotor

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

- D → Diámetro
- r → Radio
- Ar → Área de barrido

$$Ar = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$D = \sqrt{\frac{4Ar}{\pi}}$$

Ya que no se tiene  $A_r$ , se puede hallar despejando la fórmula de flujo másico planteada por Betz como se indica en 2.8.1.

$$m = \delta * Ar * V_{\overline{XR}}$$

Siendo:

$m$  → Flujo másico →  $14,72 \text{ Kg/s}$

$\delta$  → Densidad del aire en Latacunga

$Ar$  → Área barrida del rotor

$V_{\overline{XR}}$  → Velocidad con la que transmite la energía del viento

$$Ar = \frac{m}{\delta * V_{\overline{XR}}}$$

Para resolver la ecuación es necesario encontrar  $\delta$  y la  $V_{\overline{XR}}$ .

### 3.2.1.5 Densidad del aire

La densidad  $\delta$  del aire es según:

➤ <http://www.talentfactory.dk/es/stat/unitsw.htm> →  $21^{\circ} C \Rightarrow 1,77 \text{ Kg/m}^3$

➤ lo tratado en el numeral 2.4.1.1 → a  $12^{\circ} C \Rightarrow 0,94 \text{ Kg/m}^3$

En el numeral 2.5 se explica claramente que la densidad del aire cambia según la intensidad de la radiación del sol (Anexo G-K), y según la altitud

del lugar con respecto al nivel del mar, afectando así a la temperatura del aire del terreno.

Interpolando se puede encontrar las densidades entre las temperaturas que se tienen como datos ( $12^{\circ}C : 21^{\circ}C$ ).

$$\frac{T - T_o}{T_1 - T_o} = \frac{\delta - \delta_o}{\delta_1 - \delta_o}$$

$\delta = \delta_o + \frac{T - T_o}{T_1 - T_o} (\delta_1 - \delta_o)$	$\delta_{21} \Rightarrow 1,77 \text{ Kg/m}^3$
$\delta = 0,94 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} + \frac{(20 - 12)^{\circ}C}{(21 - 12)^{\circ}C} (1,77 - 0,94) \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$	$\delta_{20} = 1,68 \text{ Kg/m}^3$
$\delta = 0,94 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} + \frac{8}{9} \left( 0,83 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$	$\delta_{19} = 1,59 \text{ Kg/m}^3$
$\delta = (0,94 + 0,74) \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$	$\delta_{18} = 1,5 \text{ Kg/m}^3$
$\delta = 1,68 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}$	$\delta_{17} = 1,4 \text{ Kg/m}^3$
	$\delta_{16} = 1,3 \text{ Kg/m}^3$
	$\delta_{15} = 1,22 \text{ Kg/m}^3$
	$\delta_{14} = 1,12 \text{ Kg/m}^3$
	$\delta_{13} = 1,03 \text{ Kg/m}^3$
	$\delta_{12} \Rightarrow 0,94 \text{ Kg/m}^3$

### 3.2.1.5.1 Densidad del aire en la ciudad de Latacunga

Se tomará un rango de las temperaturas posibles, usando el sentido del tacto (de acuerdo a la temperatura del ambiente que nuestra piel perciba), añadiendo las densidades establecidas anteriormente.

Tabla 3.2.1.5 Datos posibles de temperaturas y densidades del aire en la ciudad de Latacunga

Aire		
Número de	Temperatura	Densidad
$^{\circ}T$	$^{\circ}C$	$Kg/m^3$
1	12	0,94
2	13	1,03
3	14	1,12
4	15	1,22
5	16	1,3
6	17	1,4

Fuente: Cálculos según tabla 3.1

Realizado por: Mora Gustavo

$$T_{\bar{x}} = \frac{T_1 + T_2 + T \dots + T_n}{n}$$

$$T_{\bar{x}} = \frac{T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6}{6}$$

$$T_{\bar{x}} = \frac{(12 + 13 + 14 + 15 + 16 + 17)^{\circ}C}{6}$$

$$T_{\bar{x}} = \frac{87^{\circ}C}{6}$$

$$T_{\bar{x}} = 14,5^{\circ}C$$

### Mediante interpolación

$$\frac{T - T_o}{T_1 - T_o} = \frac{\delta - \delta_o}{\delta_1 - \delta_o}$$

$$\frac{(14,5 - 14)^{\circ}C}{(15 - 14)^{\circ}C} = \frac{(\delta_{14,5^{\circ}C} - 1,12)Kg/m^3}{(1,22 - 1,12)Kg/m^3}$$

$$\delta = \delta_o + \frac{T - T_o}{T_1 - T_o} (\delta_1 - \delta_o)$$

$$\delta = 1,12 \frac{Kg}{m^3} + \frac{(14,5 - 14)^{\circ}C}{(15 - 14)^{\circ}C} (1,22 - 1,12) \frac{Kg}{m^3}$$

$$\delta = 1,12 \frac{Kg}{m^3} + \frac{0,5}{1} \left( 0,1 \frac{Kg}{m^3} \right)$$

$$\delta = (1,12 + 0,05) \frac{Kg}{m^3} \rightarrow \delta = 1,17 \frac{Kg}{m^3}$$

### 3.2.1.6 Identificación de las velocidades obtenidas

$V_o \leftrightarrow$  Es la velocidad del viento antes de pasar el rotor del generador eólico.  $V_o = 7 \frac{m}{s}$

$V \leftrightarrow$  Es la velocidad del viento después de pasar el rotor del generador eólico.  $V = 2,87 \frac{m}{s}$

#### 3.2.1.6.1 Velocidad promedio o de impacto del viento a través del área del rotor

Ya que velocidad de la punta de la pala  $V_{XR} \leftrightarrow$  Es la velocidad de empuje del rotor (59% de la energía del viento a servir para la generación eléctrica).

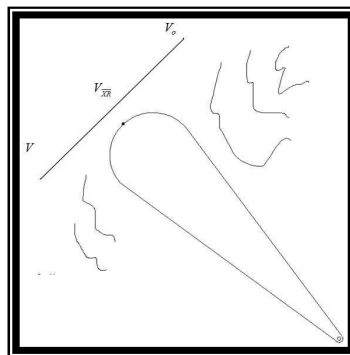


Figura 3.2.1.6.1 Velocidades del aire a través de un aspa

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo



Se tiene:

$$V_{\overline{XR}} = (V_o + V)/2$$

$$V_{\overline{XR}} = \frac{7 \text{ m/s} + 2,87 \text{ m/s}}{2}$$

$$V_{\overline{XR}} = \frac{9,87 \text{ m/s}}{2}$$

$$V_{\overline{XR}} = 4,94 \text{ m/s}$$

Para continuar con el siguiente análisis, se puede notar que en el numeral 2.9 se describen las partes que tiene un aerogenerador común.

### **3.3 Análisis técnico de las partes que compondrán el aerogenerador**

En este punto se sabrá cuáles son las partes internas y externas apropiadas que debe tener el generador eólico para el ITSA, y según se vaya encontrando las respectivas partes, sean internas o externas, se explicará cuál es su estructura y su funcionamiento.

#### **Hipótesis teóricas del investigador del tema**

Con el análisis matemático se estima que en la ciudad de Latacunga por ser región sierra, el viento siempre está en constante variación de módulo dirección y sentido.

El generador eólico que se debe poner en el ITSA debe tener una aleta direccional, y obviamente una vara (estructura semejante a un tubo) que la una al aerogenerador; para que este pueda girar según la dirección y sentido del viento.

### 3.3.1 Partes externas del aerogenerador

#### 3.3.1.1 Pala

Para determinar la longitud mínima de la pala, se calcula el área de barrido.

#### 3.3.1.1.2 Área barrida del rotor

$$Ar = \frac{m}{\delta * V_{\overline{XR}}}$$
$$Ar = \frac{14,72 \text{ Kg/s}}{1,17 \text{ Kg/m}^3 * 4,94 \text{ m/s}}$$
$$Ar = \frac{14,72 \text{ Kgm}^3 \text{ s}}{5,7798 \text{ sKgm}}$$
$$Ar = 2,55 \text{ m}^2$$

Como lo tratado en el numeral 2.10.1.

$$D = \sqrt{\frac{4Ar}{\pi}}$$
$$D = \sqrt{\frac{4 * 2,55 \text{ m}^2}{\pi}} = \sqrt{3,25 \text{ m}}$$
$$D = 1,8 \text{ m}$$
$$r = \frac{D}{2} = \frac{1,8 \text{ m}}{2}$$
$$r = 0,9 \text{ m}$$

$$0,9 \text{ m} \rightarrow 90 \text{ cm}$$

Teniendo la velocidad de impacto se puede calcular la velocidad con la que giran las palas en el Área de barrido, para saber cuantas vueltas por minuto.

### 3.3.1.1.3 Velocidad angular

La identificación de la velocidad angular permitirá saber cuántas revoluciones por minuto dará el rotor con la velocidad de impacto encontrada.; teniendo así la siguiente secuencia para que el aerogenerador funcione.

- a) Empieza pasando de energía eólica a energía cinética, con la fuerza del viento que actúa sobre las aspas, haciéndolas girar, teniendo así una velocidad angular.

$$V = W * r$$

Despejando la velocidad angular; y aprovechando que en la investigación se encontraron las medidas de las palas por fabricación según el potencial del generador; esta información se plasma en la tabla 3.1.1; ahora que el valor calculado de la longitud de la pala es 90cm, el valor de la longitud por fabricación debe ser mayor, como se indica en el punto 2.9.4.3 tratado de pala extendida; entonces se toma un valor mayor al de 90cm, en este caso 1,02m:

$$W = \frac{V}{r}$$

$$W = \frac{7m/s}{1,02m}$$

$$W = 6,8627450980392156862745098039216rad / s$$

- b) De energía cinética a energía mecánica, transmitiendo el movimiento que es producido en la pala hacia el rotor directamente sin un multiplicador; pero obviamente para su instalación deberá estar dotado de un sistema de regulación.

$$W = \left| \frac{6,9 \text{ rad}}{s} \right| \frac{60s}{1 \text{ min}} = 411,76 \frac{\text{rad}}{\text{min}}$$

$$W = 412 \text{ RPM}$$

- c) Y por último a energía eléctrica, gracias al generador, el cual se indica en el numeral 3.3.2, por lo que es parte interna del aerogenerador.

Con el estudio matemático se tiene que con aspas de casi  $1m$  un generador eólico puede generar  $300W$  sin que haga falta multiplicar la velocidad de giro de las palas; es decir no es necesario un multiplicador, algo muy beneficioso, ya que el costo del aerogenerador no subiría.



Foto 3.3.1.1 Reconocimiento del aspa

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

Así se tiene que cada pala deberá ser más o menos de  $1m$  de longitud, como se muestra en la tabla 3.1.1.1; Proviento deberá dar palas de tamaño similar.

Se debe identificar el número de palas que formarán parte del aerogenerador.

### 3.3.1.1.4 Identificación del número de palas que debe tener el aerogenerador

Como en 2.7.2 se nombra el número de palas que puede tener un aerogenerador horizontal.

Se puede tomar en cuenta un bipala sabiendo que mientras haya menos viento, las palas deben ser más largas para que haya mayor superficie impulsada por la masa de aire en movimiento, a más de que se puede hacer un gasto mínimo, pero por más que en algo aumente el peso del generador eólico y su costo, puede haber bastante turbulencia, entonces para evitar un simple contrapeso de corrientes de viento se debería elegir un multipala, pero así mismo por la cuestión dinero se debe tomar en cuenta un tripala, a más de una determinación de tipo de flujo.

Como en el numeral 2.5.1, sección número de Reynolds pág. 18 última sección se ve que Reynolds para una superficie plana:

$$5 * 10^5 \leq Re < 5 * 10^6$$

$$Re = \frac{V * D}{\nu} \qquad \nu = \frac{\mu}{\delta}$$

$$Re = \frac{\delta * V * D}{\mu}$$

Y teniendo:  $\delta = 1,17 \frac{Kg}{m^3}$        $V_{\overline{XR}} = 4,94 \frac{m}{s}$        $D = 1,8m$

Interpolando las viscosidades dadas en la tabla 2.5.1 se encuentra la viscosidad a 14,5°C, que es la temperatura de todo el estudio, usando  $\mu$  en Reynolds, y ya que la una fórmula exige  $\delta$ , se pondrá la densidad del aire de la ciudad de Latacunga, para que los cálculos sean más precisos.

$$\frac{T - T_o}{T_1 - T_o} = \frac{\mu - \mu_o}{\mu_1 - \mu_o}$$

$$\frac{(14,5 - 0)^{\circ}C}{(20 - 0)^{\circ}C} = \frac{(\mu - 0,0000171) \frac{Kg}{ms}}{(0,0000180 - 0,0000171) \frac{Kg}{ms}}$$

$$\mu = \mu_o + \frac{T - T_o}{T_1 - T_o} (\mu_1 - \mu_o)$$

$$\mu = 1,71 * 10^{-5} \frac{Kg}{ms} + \frac{(14,5 - 0)^{\circ}C}{(20 - 0)^{\circ}C} (1,80 * 10^{-5} - 1,71 * 10^{-5}) \frac{Kg}{ms}$$

$$\mu = 1,71 * 10^{-5} \frac{Kg}{ms} + \frac{14,5}{20} \left( 9 * 10^{-7} \frac{Kg}{ms} \right)$$

$$\mu = (1,71 * 10^{-5} + 6,525 * 10^{-7}) \frac{Kg}{ms} = 1,77525 * 10^{-5} \frac{Kg}{ms}$$

Laminar  $< 5 * 10^5$

Turbulento  $\geq 5 * 10^5$

$$Re = \frac{1,17 \frac{Kg}{m^3} * 4,94 \frac{m}{s} * 1,8m}{1,77525 * 10^{-5} \frac{Kg}{ms}}$$

$$Re = \frac{10,40 Kgms}{m^3 mm 1,77525 * 10^{-5} Kg}$$

$$Re = 586038,0228$$

$$Re = 5,86 * 10^5$$

Quiere decir que el flujo del viento en Latacunga es un poco turbulento, ya que es una cantidad sumamente cercana al límite del número de Reynolds para que el flujo cambie de laminar a turbulento. Lo que indica que es necesario un tripala, ya que como en el numeral 2.7.2.3 es para este tipo de flujo; así la tercera pala se encargará de dar un impulso más a la pala que está siendo empujada por la corriente de aire.

El generador eólico será de  $300W$  de potencia con 3 palas cada una de una longitud mayor a  $90cm$ , en este caso de  $1,02m$ .

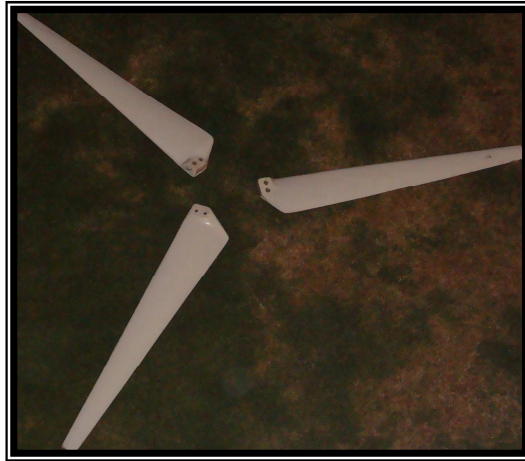


Foto 3.3.1.1.4 Palas del generador eólico

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

### **3.3.1.2 Truñón**

El truñón es una de las partes musculosas de un aerogenerador, por lo que deberá ser muy resistente. Por esto el truñón deberá ser de acero (con abundante hierro, y materiales que permiten hacer más resistentes como el carbono.)

Los aerogeneradores de este potencial son relativamente pequeños, y no vienen con el spinner soldado al truñón.

### **3.3.1.3 Spinner**

Como el spinner es la estructura que forma parte principal de un aerogenerador, por lo que es la parte encargada de dar una buena aerodinámica, para su diseño, se basa en un spinner de un motor de un avión, etc., teniendo como principal característica ser hueca.

Al igual que el truñón el spinner es un único para cada aerogenerador horizontal, ya que el spinner debe empotrarse en el truñón, si es que no es una sola pieza.

#### **3.3.1.4 Aleta direccional**

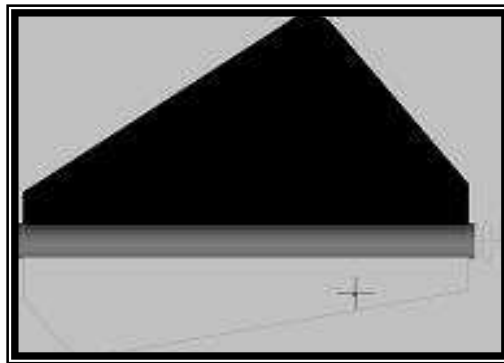


Figura 3.3.1.4 Ejemplo 3D de una aleta direccional

Fuente: Propia creación/AutoCAD20093D

Realizado por: Mora Gustavo

La aleta direccional es la superficie en la que el viento impactará, para que el aerogenerador gire por lo que en el numeral 3.3.1.1.4 se indica que en Latacunga hay un flujo de viento semiturbulento.

Tiene que ser de aluminio, para que produzca el menor peso posible en lo que vendría a ser la cola del aerogenerador

#### **3.3.1.5 Brazo de cola**

El brazo de cola deberá ser hueco para que haga el menor peso posible al igual que la aleta direccional; el largo del brazo deberá ser mayor a la longitud de las aspas, ya que como la góndola y sus componentes tienen un peso de  $45Kg$ , se debe hacer palanca.

#### **3.3.1.6 Góndola**

La estructura de la góndola, es decir el tronco del cuerpo del aerogenerador será de hierro fundido, con todos los pernos y accesorios,



siendo inoxidable, para que haya buena protección de las partes internas del mismo, mostrando resistencia al medio ambiente y otros factores.

Debido a que es la zona centro del aerogenerador, esta sostendrá al truñón junto al spinner, así como a la aleta direccional a través del brazo de cola.

La góndola deberá tener movimiento en el eje vertical, debiendo así tener un codo giratorio.

### 3.3.1.7 Codo giratorio

Estará provista de un codo giratorio de  $\pm 360^\circ$ , debido a que cuando el viento golpee a la aleta direccional, transmitirá un empuje al aerogenerador a través del brazo de cola, para que el aerogenerador gire libre y completamente, para que con mayor eficiencia la masa de aire pueda transmitir su energía a las aspas del generador eólico.



Fotos 3.3.1.7 Conjunto del generador cubierto con su góndola

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

El codo giratorio atravesará a la góndola, para que sea el encargado de permitir los debidos giros.

### 3.3.2 Partes internas del aerogenerador

Según todos los cálculos anteriormente encontrados, en la parte interna de la góndola está solo el bobinado, es decir, no está provisto de un multiplicador de velocidades.

Para hacer el estudio de la parte interna es necesario haber adquirido las características del generador.

#### 3.3.2.1 Características del generador

$$L = 13cm$$

$$D = 12cm$$

$$d = 6cm$$

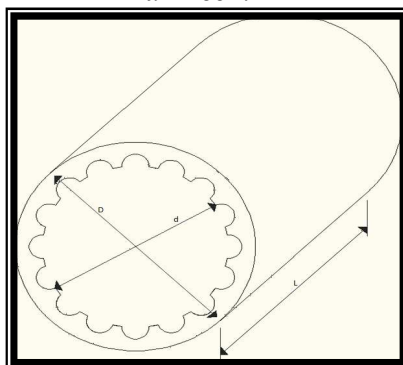


Figura 3.3.2.1 Núcleo del generador

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

$$P = 300W$$

$$V = 12vDC$$

Trifásico

#### 3.3.2.2 Número de polos

Con el número de polos se puede tener el par de polos, siempre será par, debido a que tiene los dos extremos Norte y Sur.

Tabla 3.3.2.2 RPM máximas según número de polos

Número de polos y velocidades		
Polos	Número de RPM máximas	
	f 50Hz	f 60Hz
2	3000	3600
4	1500	1800
6	1000	1200
8	750	900
12	500	600

Fuente: Curso de bobinas

Realizado por: Mora Gustavo

Como en nuestro país el Ecuador la frecuencia es de 60Hz; este generador funcionará correctamente siempre y cuando no se pasé de 900RPM .

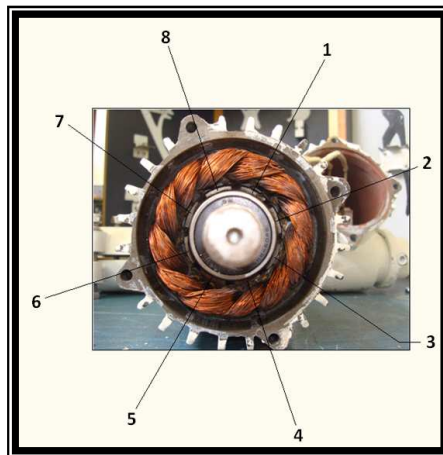


Foto 3.3.2.2 Numeración de los polos

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Es decir el generador tiene 8 polos → como  $PP$  quiere decir par de polos son 4. Comprobando matemáticamente:

$$PP = \frac{60f}{\#deRPM}$$

$PP$  → Par de polos

- $f$  → Frecuencia según el medio
- $RPM$  → Número de vueltas que máximas con las que deberá girar el rotor.

Teniendo a 60 como constante se despeja RPM que es lo que se quiere saber;

$$RPM = \frac{60f}{PP}$$

$$RPM = \frac{60 * 60Hz}{4 \text{ parpolos}}$$

$$RPM = 900$$

### 3.3.2.3 Polaridad

La polaridad en cada fase; para el estudio se le pone de distinto color como es trifásico, el gráfico es:

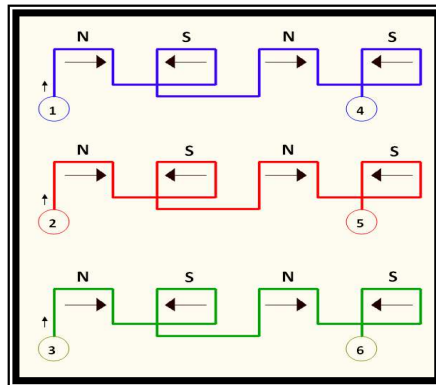


Figura 3.3.2.3 Ilustración de polaridad excéntrica trifásica

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

### 3.3.2.4 Número de ranuras por fase

Como es trifásico son 3 fases (en el esquema una fase un color).

$$q = \frac{Nr}{3 * P}$$

→ El número tres del denominador es porque es trifásico

$q$  → Número de ranura por fase

$N_r$  → Número de ranuras

$P$  → Número total de polos

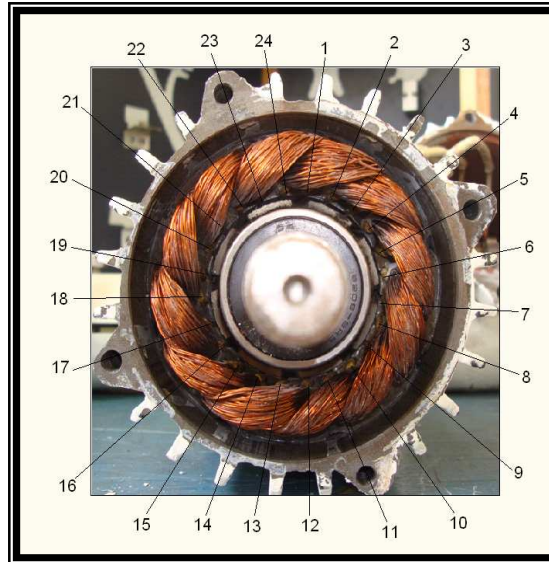


Foto 3.3.2.4 Identificación del número de ranuras

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Es decir:

$$q = \frac{24}{3 * 8}$$
$$q = 1$$

Entonces; para mayor comprensión, tomando los mismos colores y obviamente el mismo orden como se muestra en la foto 3.3.2.5; y después de haber contado las ranuras en el generador se tiene que no hay dos colores seguidos, cómo indica  $q$  es una ranura por fase.

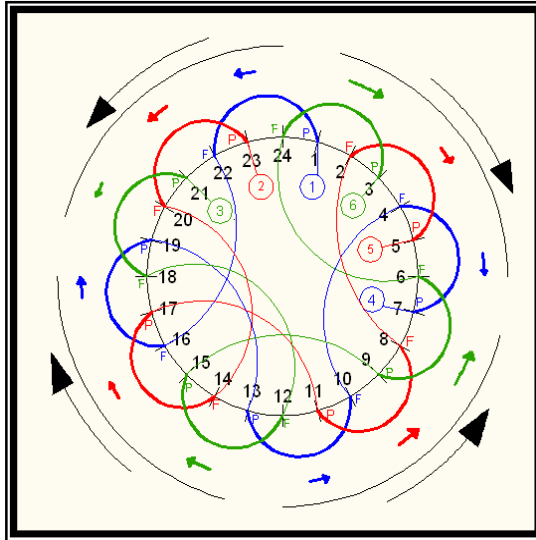


Figura 3.3.2.4 Ilustración de polaridad trifásica

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Más claramente en el gráfico se puede notar que en las ranuras que están enumeradas sale un solo color, es decir una sola fase.

### 3.3.2.5 Paso de bobinado

$$Y_r = \frac{N_r}{P} \text{ Tomando siempre la constante: } K \rightarrow 1 + Y_r$$

$Y_r$  → Paso de salto

$N_r$  → Número de ranuras

$P$  → Número total de polos

$$Y_r = \frac{24 \text{ ranuras}}{8} = 3 \qquad \begin{array}{l} 1 + Y_r \\ 1 + 3 = 4 \end{array}$$

Entonces el paso será de 1 a 4, es decir el bobinado empezará en una ranura y se meterá en la cuarta ranura contando desde esta, dejando 2 ranuras libres.

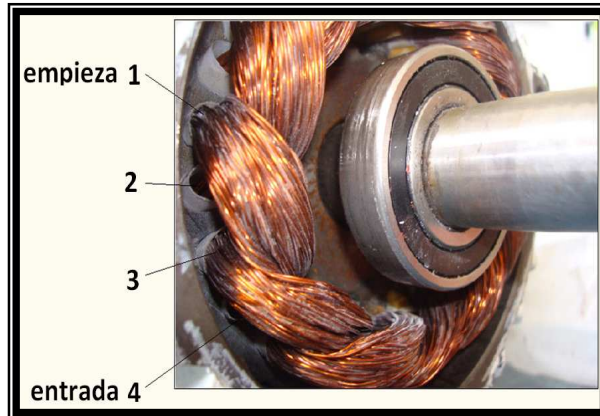


Foto 3.3.2.5 Verificación del número de paso

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

### 3.3.2.6 Flujo magnético

Son las líneas de campo no visibles pero necesarias para el estudio.

$$\phi = 0,636 * S_1 * L * Bm$$

Dónde:

0,636 → Es una constante

$\phi$  → Phi es flujo magnético

$S_1$  → Paso polar  $S_1 = \frac{d * \pi}{\# \text{ polos}}$

$L$  → Longitud del núcleo

$Bm$  → Inducción del entre hierro

(líneas de flujo por  $cm^2$  tiene un rango constante)  
De 3100 a 4650

Para el estudio se tomará un valor medio → 3900 líneas por  $cm^2$ .

Entonces:

$$S_1 = \frac{6cm * \pi}{8}$$

$$S_1 = 2,36cm$$

$$\phi = 0,636 * 2,36 * 13 * 3900$$

$$\phi = 75975,96 \text{ líneas cm}^2$$

### 3.3.2.7 Número de vueltas del alambre

Para un motor trifásico el número de vueltas en cada espira se puede calcular por el método de triángulo y por el de estrella.

Triángulo

$$\Delta \quad \rightarrow \quad N_T = \frac{V * 1000000000}{4,25 * \phi * f}$$

Estrella

$$\lambda \quad \rightarrow \quad N_E = \frac{V * 1000000000}{7,35 * \phi * f}$$

Teniendo a 100000000 con 4,25 y 7,35 de denominadores según el método.

Siendo:

$V$  → Voltaje

$\phi$  → Flujo magnético

$f$  → Frecuencia según el medio → en Ecuador 60Hz

En las características de generador se tiene:

$$P = 300W$$

$$V = 12vDC$$

Por lo tanto:

$$N_T = \frac{12v * 1000000000}{4,25 * 75975,96 * 60Hz}$$

$$N_T = 61.94 \text{ vueltas}$$

En  $\Delta$  se dan 62 vueltas por fase en cada ranura.

$$N_E = \frac{12v * 1000000000}{7,35 * 75975,96 * 60Hz}$$



En  $\lambda$  se dan 36 vueltas por fase en cada ranura.

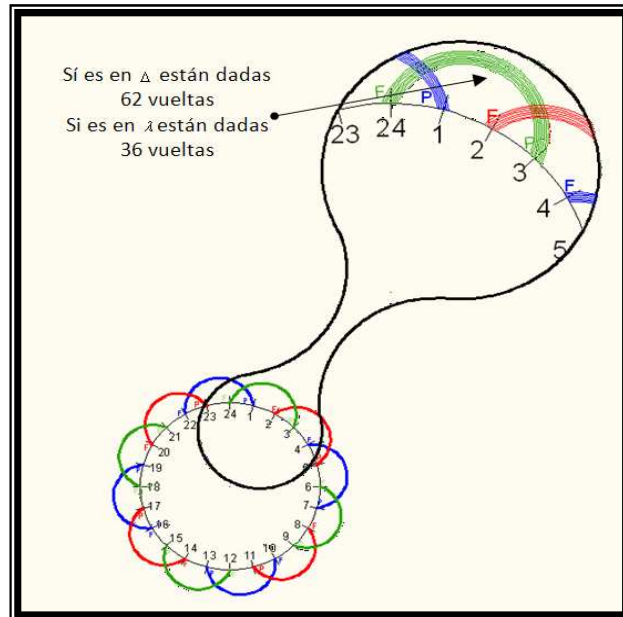


Figura 3.3.2.7 Ilustración de número de vueltas del alambre en cada ranura

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Como son 24 ranuras y cada bobinado tiene un comienzo y una entrada debe haber 12 devanados.

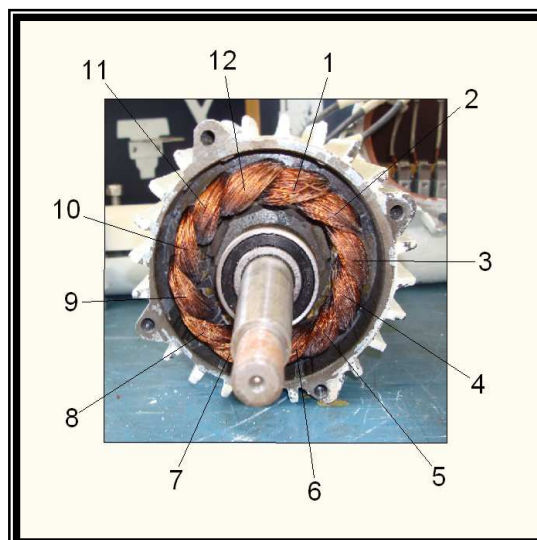


Foto 3.3.2.7 Verificación del número de devanados

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Sí tienes 12 devanados; con los métodos tiene en total toda la bobina:

$$N_T = 62 * 12 = 744$$

$$N_E = 36 * 12 = 432$$

Si la bobina es de:

$\Delta$  → Tiene 744 vueltas entre todas las espiras o ranuras.

$\lambda$  → Tiene 432 vueltas entre todas las espiras o ranuras.

### 3.3.2.8 La intensidad en cada fase

$$I = \frac{I_F}{\sqrt{3}} \quad P = \sqrt{3} * V * I * \cos 0,7$$

Teniendo a  $\cos 0,7$  como constante y  $\sqrt{3}$  por lo que es trifásico.

$P$  → Potencia

$V$  → Voltaje

$I$  → Intensidad total

Despejando y resolviendo queda:

$$\begin{aligned} I &= \frac{P}{\sqrt{3} * V * \cos 0,7} & I_F &= \frac{I}{\sqrt{3}} \\ I &= \frac{300W}{\sqrt{3} * 12v * \cos 0,7} & I_F &= \frac{14,43A}{\sqrt{3}} \\ I &= \frac{300W}{20,78v} & I_F &= 8,33A \\ I &= 14,43A \end{aligned}$$

### 3.3.2.9 Diámetro del alambre

Cálculo de la sección del conductor (grosor del alambre)

$$S = \frac{I_F}{\xi}$$

De donde:

$S$  → Termino a saber el calibre del alambre denominado  
Sección mayorada

$I_F$  → Intensidad en cada fase

$\xi$  → Xi valor predeterminado:

En motores abiertos (con ventilación) → es de 3 a  $4,5 A/mm^2$

En motores cerrados (sin ventilados) → es de 1,8 a  $3 A/mm^2$

Como la góndola no tiene huecos de ventilación se toma motores cerrados.

$$S = \frac{8,33A}{3 A/mm^2}$$

$$S = 2,78mm^2$$

En esta parte del estudio se toma el valor más aproximado de sección mayorada de la siguiente tabla:

Tabla 3.3.2.9 Características de los conductores de cobre normalizados según la escala de calibres A.W.G. American Wire Gauge.

Calibre	Diámetro		Sección mayorada		Peso		Resistencia Eléctrica	
	#	Pulgadas	mm	Milésimas circulares	mm <sup>2</sup>	Libras por 1000 pies	Kp por Km	Ohmios por 1000 pies a 68 °F
0000	0,46	11,68	211600	136,42	640,5	953,18	0,049	0,164
000	0,4096	10,38	167800	107,74	507,09	755,86	0,0618	0,204
00	0,3648	9,36	133100	87,61	402,8	599,45	0,0779	0,256
0	0,3249	8,25	105500	68,06	319,5	475,48	0,0982	0,322
1	0,2893	7,34	83694	53,87	253,3	376,96	0,124	0,407
2	0,2576	6,54	66370	42,77	200,9	297,67	0,156	0,512
3	0,2294	5,82	52630	33,87	159,3	237,07	0,197	0,646
4	0,2043	5,18	41740	26,83	126,4	118,1	0,248	0,814
5	0,1819	4,61	33100	21,25	100,2	149,12	0,313	0,029

6	0,162	4,11	26250	16,89	79,46	118,25	0,395	1,296
7	0,1443	3,66	20820	13,39	63,02	93,79	0,498	1,634
8	0,1285	3,26	16510	10,62	49,98	74,38	0,628	2,06
9	0,1144	2,91	13090	8,47	39,63	54,51	0,792	2,598
10	0,1019	2,59	10380	6,71	31,43	46,77	0,998	3,274
11	0,09174	2,3	8230	5,29	24,92	37,09	1,26	4,134
12	0,08081	2,05	6530	4,2	19,77	29,42	1,588	5,209
13	0,07196	1,82	5170	3,31	15,68	23,33	2,003	6,572
14	0,06408	1,62	4107	2,62	12,43	18,5	2,525	8,284
15	0,05707	1,41	3257	1,99	9,858	14,68	3,184	10,176
16	0,05082	1,29	2583	1,66	7,818	11,78	4,016	13,176
17	0,04526	1,14	2048	1,3	6,2	9,23	5,064	16,614
18	0,0403	1,02	1624	1,04	4,917	7,32	6,385	20,948
19	0,03589	0,9	1288	0,81	3,899	5,8	8,051	26,414
20	0,03196	0,81	1022	0,65	3,092	4,6	10,15	33,201
21	0,02846	0,72	810,1	0,52	2,452	3,649	12,8	42
22	0,02535	0,64	642,4	0,41	1,945	2,895	16,14	52,95
23	0,02257	0,57	509,5	0,32	1,542	2,295	20,36	66,8
24	0,0201	0,51	404	0,26	1,223	1,82	25,67	84,22
25	0,0179	0,45	320,4	0,2	0,96699	1,443	32,37	106,2
26	0,01594	0,41	254,1	0,17	0,7692	1,145	40,81	133,89
27	0,0142	0,36	201,5	0,13	0,61	0,909	51,47	168,87
28	0,01264	0,32	159,8	0,1	0,4837	0,72	31,9	212,93
29	0,01126	0,29	126,7	0,084	0,3836	0,571	81,83	268,47
30	0,01003	0,26	100,5	0,067	0,3042	0,453	103,2	338,59
31	0,00892	0,23	79,7	0,053	0,2413	0,359	130,1	426,8
32	0,00795	0,2	63,21	0,04	0,1613	0,258	164,1	583,4
33	0,00708	0,18	50,13	0,032	0,1517	0,226	206,9	687,8
34	0,0063	0,16	39,75	0,025	0,1203	0,179	260,9	856
35	0,00561	0,14	31,52	0,019	0,09542	0,142	329	1079,4
36	0,005	0,13	25	0,016	0,07568	0,113	414,8	1361
37	0,00445	0,11	19,83	0,012	0,0601	0,089	526,1	1716
38	0,00396	0,1	15,72	0,01	0,04759	0,071	659,6	2164
39	0,00353	0,09	12,47	0,008	0,03774	0,056	831,8	2729
40	0,00314	0,08	9,888	0,006	0,299	0,044	1049	3442

Fuente: Curso de bobinas

Realizado por: Mora Gustavo

Ya que  $S = 2,78mm^2$  y el valor más cercano es 2,62; el alambre que tiene es el número de calibre 14 (término comercial).

Eso si cada envoltura contiene un cable, ya que si son 3 cables:

$$\frac{2,62}{3} = 0,873$$

Entonces cada envoltura contendría 3 cables de calibre 19.

Pero según el estudio práctico del aerogenerador se puede ver que puede haber unos 2 cables en cada envoltura, con esto estaríamos hablando del calibre 17.

### 3.3.2.10 Longitud del alambre

Por lo tanto un estimado del largo del alambre sería:

$$13 * 2 = 26$$

$$6 * 2 = 12$$

$$26 + 12 = 38$$

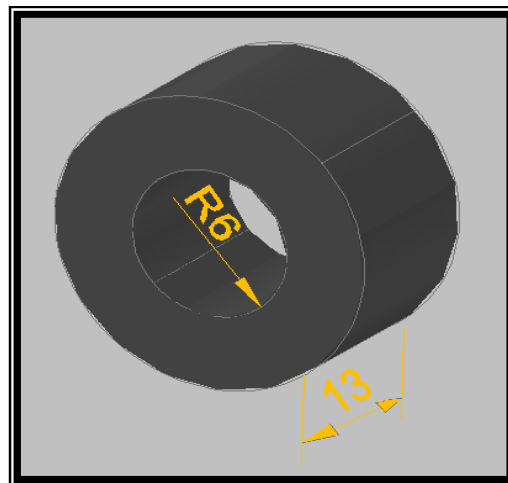


Figura 3.3.2.10 Ilustración de medidas del generador para la identificación del área ocupada por el bobinado

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

$$38cm * 62\Delta = 2356cm\Delta$$

$$2356cm\Delta * 12devanados = 28272 \rightarrow 282,72m\Delta$$

$$38cm * 36\lambda = 1368cm\lambda$$

$$1368\lambda * 12devanados = 16416 \rightarrow 164,16m\lambda$$

Si fue construido por el método  $\Delta$  el cable tiene una longitud de 282,72m.

Si fue construido por el método  $\lambda$  el cable tiene una longitud de 164,16m.

### **3.3.3 Torre**

Para poner la torre se debe hacer otro proyecto de estudio, ya que se tiene que hacer los cálculos debidos como para que la estructura aguante el peso aplicado en la góndola, entre las partes que contiene y que soporta.

Teniendo en cuenta que el aerogenerador puede producir vibraciones, por lo que a más de girar las aspas, girará el aerogenerador por completo, debido al estudio que se da a continuación.

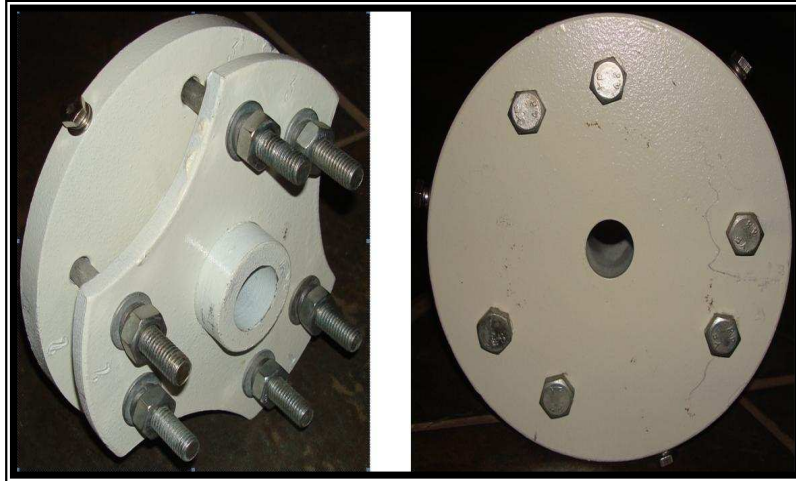
En el estudio de la torre se deberá tomar en cuenta el punto tratado en el numeral 2.5.1.

## **3.4 Descripción del aerogenerador eólico que será utilizado en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico**

### **3.4.1 Descripción de la góndola**

La góndola es de hierro fundido, protegerá al generador, por la parte delantera soportará al truñón, así como al brazo de cola por la parte posterior y deberá ser soportado por una torre con su debido estudio de instalación.

### 3.4.2 Descripción del truñón



Fotos 3.4.2 Vistas del truñón

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

El truñón es el accesorio metálico del aerogenerador que sostendrá al Spinner, el diámetro del truñón será de acuerdo con el tamaño del generador. Este tendrá la forma correspondiente para que pueda sujetar a las palas con pernos, como se puede apreciar en las medidas del anexo C.

### 3.4.3 Descripción del spinner

La estructura del Spinner es hueca y de una forma media cónica para que su peso sea mínimo y para que permita una mejor aerodinámica al aerogenerador ante el flujo del viento. Debido a que los generadores de baja potencia como el de  $300W$ , son de pala de paso fijo, el spinner no está soldado al truñón.



Fotos 3.4.3 Vistas del spinner

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

La empresa en la que se compró dio el adecuado, ya que esta parte es única para el tipo de aerogenerador, no se puede poner cualquiera.

### 3.4.4 Descripción de las aspas

Superficie aerodinámica, donde impactará el aire en movimiento, para hacer girar al generador. Estas son de paso fijo, por lo tanto tienen una curvatura a lo largo de las tres palas, teniendo cada aspa una longitud de 102 cm.

### 3.4.5 Descripción del generador

Según los estudios realizados es un generador de  $300W$  trifásico de  $12v$ , con un núcleo de profundidad  $13cm$ , diámetro exterior  $12cm$ , diámetro interior  $6cm$ , que funcionará correctamente siempre y cuando no se pase de las  $900RPM$ , si es que intenta sobrepasar de este número de revoluciones se activa un sistema electrónico que se encuentra en el regulador e indicador de voltios y amperios; estudio que se deberá hacer cuando se vaya a analizar su instalación; sus  $RPM$  mínimas son muy



bajas, debido a que este estudio fue realizado tomando a  $7m/s$  como velocidad de estudio, y la velocidad normal de conexión es de 3 a  $5m/s$  como se indica en el numeral 2.2.2.

El paso de bobinado es de 4, teniendo así 2 ranuras libres, asumiendo una ranura por fase, provocando un flujo magnético de 75975,96 líneas por  $cm^2$  con un paso polar de  $2,36cm$ .

Con 62 vueltas en cada ranura si es envuelto por el método de triángulo, y si es por el método de estrella es de 36 vueltas.

Es de 24 ranuras en total, formando 12 devanados; es decir si es por triángulo la envoltura del alambre da una totalidad de 724 vueltas, y si es estrella una totalidad de 432 vueltas, teniendo en cada fase una intensidad de  $8,33A$  y con una intensidad de corriente total de  $14,43A$ .

Debido a que la góndola no tiene huecos de ventilación el diámetro del alambre es de  $2,78mm^2$  en la envoltura, teniendo el calibre 14 si es un solo alambre en cada envoltura; si es de dos o tres cables es de calibre 17 o 19 respectivamente. Claro que si es un solo alambre por el método de triángulo tiene una longitud de  $282,72m$ , y si es por triángulo tiene una longitud de  $164,16m$ .

### **3.4.6 Descripción del brazo de cola**

Estructura metálica hueca que une al aerogenerador con la aleta direccional, esta será la palanca que usará el generador para poder girar, y es de un material no pesado.



Fotos 3.4.6 Vistas del brazo de cola

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

### 3.4.7 Descripción de la aleta direccional



Fotos 3.4.7 Aleta direccional

Fuente: Proviento

Realizado por: Mora Gustavo

Superficie de aluminio en la que la masa de aire en movimiento golpeará, para que el aerogenerador pueda girar, según la dirección del viento.

### 3.5 Proforma

Según los análisis matemático y técnico del estudio mecánico se obtuvieron las partes con las características idóneas al igual que el lugar más apropiado para su compra. La empresa facilitó la proforma siguiente:

**Información adicional:**

Condiciones de Pago:	80% anticipo, 20% contra instalación
Tiempo de entrega:	Inmediata
Consideraciones adicionales:	
Referencia Bancaria:	ProViento, CC: 32036071, Banco Pichincha, Swift: PICHECEQ

Atentamente:



Olaf Schwetje, Presidente ProViento S.A.

Cantidad:			Descripción Item:	Valor (USD)	
#	Pcs	En Stock		Unidad	Total
1	Pcs	1	<b>Aerogenerador Esmork W300</b>  Aerogenerador de 300W / 12V Potencia máxima: 400W Hélice: 2,2m, 3 aspas Velocidad de arranque/nominal: 2,5 m/s / 7 m/s Cuerpo de hierro fundido, Peso 45kg Aspas de fibra de vidrio, Veleta y demás materiales: acero inoxidable Controlador de Carga 300W / 12V Tipo "Indoor" con disipador de energía Con posibilidad de ingresar 50W de energía solar (sistema híbrido) Indicación de voltaje y amperaje de carga 6 indicadores para Viento / Solar, Voltaje baja/alta, Fusible y Batería inversa	650.00	650.00
1	Pcs	1	<b>Inversor 12 VDC 1000VA a 110VAC</b>  Inversor de 1000 VA, entrada 12VDC, salida 110VAC sinusoidal pura 60Hz.	400.00	400.00
2	Pcs	0	<b>Bateria Solar SP160:</b> Bateria Plomo Acido de Ciclo Profundo de casi "Libre Mantenimiento" 12V/160Ah	255.00	510.00
<b>SUBTOTAL:</b>					1,560.00
Descuento:					0.00
<b>SUBTOTAL:</b>					1,560.00
IVA 12%					187.20
<b>VALOR TOTAL (USD):</b>					<b>1,747.20</b>



De donde se obtuvo un indicador de voltios y amperios y una batería solar, a más del aerogenerador.

## CAPÍTULO IV

### 4 Conclusiones y recomendaciones

#### 4.1 Conclusiones

- Se adquirió información sobre aerogeneradores en libros y en diferentes páginas web que se citan en la bibliografía, así como referencias en los pies de página.
- Se organizó la información obtenida mediante las fuentes de la conclusión anterior y se plasmó en el capítulo II.
- Se realizaron los análisis matemático y técnico.

Se identificó la empresa más idónea para la compra del aerogenerador y el costo de estos. En el primer análisis, páginas 48-58, se determinaron los factores del aire y características del mismo. El análisis técnico determinó el área de barrido con la dimensión del largo de las palas, así como el tipo de aerogenerador con el funcionamiento de los componentes del mismo según las características del flujo de viento, como se muestra entre las páginas 58-81.

- Se seleccionaron las partes de un aerogenerador para el ITSA, teniendo las siguientes características estructuradas:

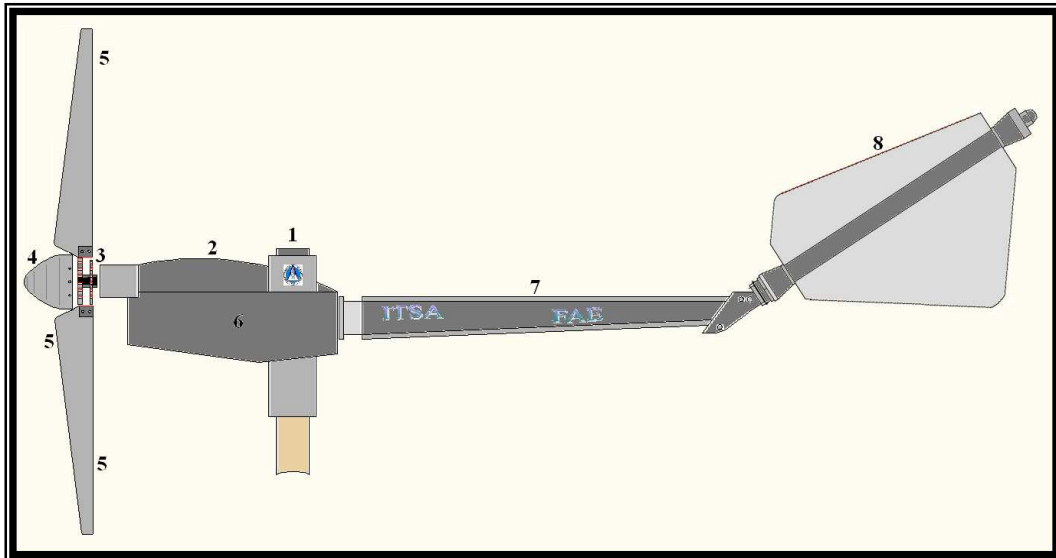


Figura 4.1 Ejemplo de la estructura del aerogenerador más apropiado para el ITSA

Fuente: Propia creación/AutoCAD2009

Realizado por: Mora Gustavo

Tabla 4.1 Características esenciales del aerogenerador más adecuado para el ITSA

Características del generador apropiado			
Ubicación	Número	Nombre	Característica primordial
1	1	Codo giratorio	+ - 360° en eje vertical
2	1	Góndola	Hierro fundido
3	1	Truñón	Eje horizontal
4	1	Spinner	Hueco
5	3	Palas	102 cm
6	1	Generador	300 Hz
7	1	Brazo de cola	Mayor longitud que palas
8	1	Aleta direccional	Aluminio

Fuente: PENNELLA, C. Robert (2002): Metrología

Realizado por: Mora Gustavo

- Se adquirieron las partes del aerogenerador y con documento de encargo se tiene en el bloque 42 Motores su estructura completa, hasta que se haga el estudio de instalación adecuada.
- Las cinco conclusiones anteriores permitieron cumplir el objetivo general, es decir, se estudió desde el punto de vista mecánico los diferentes tipos de aerogeneradores y se seleccionó el más propicio para el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### **Conclusión de su funcionamiento**

Debido a que el generador de 12v, produce 300W cuando las revoluciones por minuto son de 900RPM; con la velocidad del viento de 7m/s que presenta Latacunga más o menos a las 8H10 y 19H40 (tabla 3.2.1) rotará 412 veces por minuto.

El regulador indicador activará su sistema de frenado electrónico cuando se pase de las 900RPM, ya que el sistema de regulación se instala dependiendo de la potencia máxima del generador en este caso 300W, entonces se puede calcular la intensidad de corriente que manda al sistema de regulación en ese tiempo.

$$\begin{array}{l} 900 \rightarrow 300W \\ 412 \rightarrow W \end{array} \quad W = 137,3W$$

$$I = \frac{W}{V} = \frac{137,3W}{12v} = 11,44A$$

Tomando en cuenta la tabla 3.2.1, con todo el estudio se detalla que producirá su máxima potencia desde las 10H00 hasta las 17H00. Obviamente tomando en cuenta que en el regulador estará funcionando el sistema de frenado electrónico más o menos a las 12, 14, 15, 16H00; ya

que el top de rotaciones es de 900 vueltas por minuto, y matemáticamente la intensidad a esas horas es de:

$$V = 14 \text{ m/s}$$

$$W = \frac{V}{r} = \frac{14 \text{ m/s}}{1,02 \text{ m}} = 13,73 \frac{\text{rad}}{\text{s}} \Rightarrow 824 \text{ RPM}$$

$$900 \text{ RPM} \rightarrow 300 \text{ W}$$

$$824 \text{ RPM} \rightarrow W$$

$$W = 274,7 \text{ W}$$

$$I = \frac{271,7 \text{ W}}{12 \text{ v}} = 22,9 \text{ A}$$

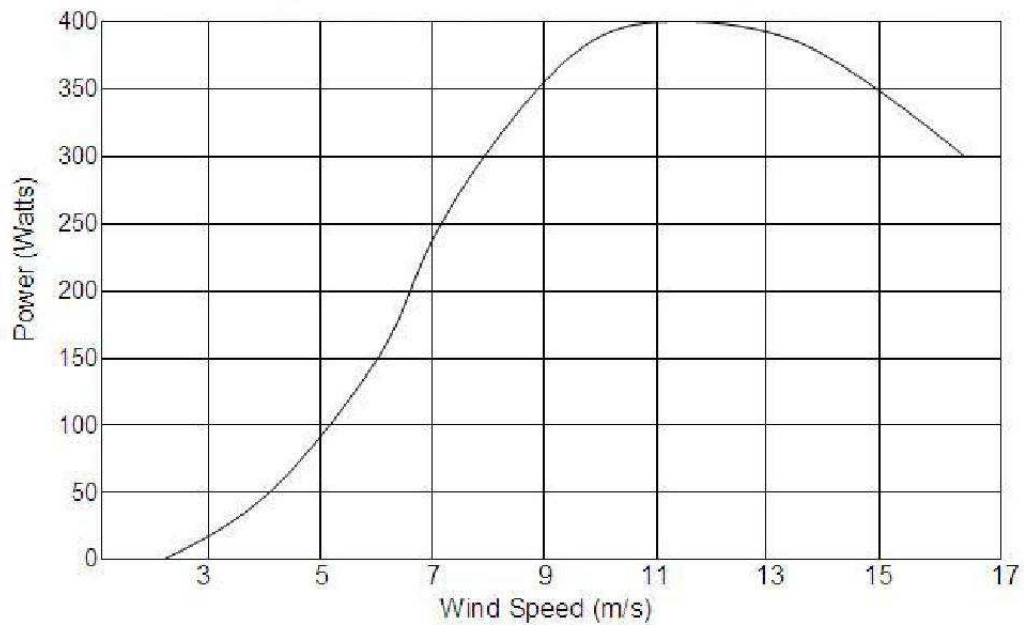


Figura 4.1.1 Curva de potencia versus velocidad del viento de generador de potencia nominal 300W, potencia máxima 400W

Fuente: [www.proviento.com](http://www.proviento.com)

Realizado por: Mora Gustavo

Entonces desde las 10 hasta las 17H00 el aerogenerador alimentará al sistema de regulación con 23A con 12v y una potencia de 275W.

## 4.2 Recomendaciones

- El ITSA debe implementar este aerogenerador en el sitio que considere más adecuado.
- Para la implementación se deberá realizar un estudio detallado del peso del aerogenerador y sus fuerzas, en la construcción de su respectiva torre.
- Que el ITSA, realice un estudio para analizar la posibilidad de instalar aerogeneradores eólicos para suplir los  $365,2 Kw/h$ , que necesita para sus operaciones diarias; por esta razón este proyecto de estudio tiene los anexos H e I.
- El ITSA, como Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico debería instruir a los docentes y dicentes sobre energías limpias, ya que como se puede ver en el Anexo J, hay muy pocas personas que saben del tema; por esto es sumamente recomendable que se trate de crear una carrera de energías limpias, empezando como una materia hasta que el personal adquiriera el conocimiento debido para poder enseñar y superarse.



## Siglas

**CEPAL** → Comisión Económica para América Latina y el Caribe.

**CNE** → Comisión Nacional de Energía (México - México).

**ESPE** → Escuela Politécnica del Ejército (Quito - Ecuador).

**HAWTs** → Horizontal axis wind turbine → Máquina eólica de eje horizontal.

**ITSA** → Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico (Latacunga - Ecuador).

**OLADE** → Organización Latinoamericana de Energía. (Último evento la Habana-Cuba)

**VAWTs** → Vertical axis wind turbines → Máquina eólica de eje vertical.

**ZAT** → Zonas de incremento, aceleración y turbulencia.

## Términos y unidades usadas

Aceleración →  $a \rightarrow m/s^2$

Área barrida por el rotor →  $A_r \rightarrow m^2$

Densidad →  $\delta \rightarrow Kg/m^3$

Diámetro →  $D \rightarrow m$

Flujo másico →  $m \rightarrow Kg/s$

Fuerza →  $F \rightarrow N$

Potencia →  $P \rightarrow W$

Radio →  $r \rightarrow m$

Reynolds →  $Re \rightarrow$  adimensional.

Velocidad del viento antes de pasar por el rotor →  $V_o \rightarrow m/s$ .

Velocidad del viento después de pasar por el rotor →  $V \rightarrow m/s$ .

Velocidad del viento sobre las palas →  $V_{\overline{XR}} \rightarrow m/s$ .

Velocidad promedio →  $V_{\overline{x}} \rightarrow m/s$ .

Viscosidad cinemática →  $\nu \rightarrow m^2/s$ .

Viscosidad dinámica →  $\mu \rightarrow Pa*s$ .

## Explicaciones determinadas

**Área de barrido.-** Área que forman las puntas de las palas, al girar el rotor.

**Argot técnico.-** lenguaje técnico.

**Dispositivo normalmente elástico.-** Se dice de unas cintas que permiten transmitir un movimiento, también llamadas bandas. Su uso se da en los momentos que no se pueden aplicar engranajes.

**Molino de trípode.-** Molino triangular, sostenido por tres patas de madera robusta con el fin de quedar sujetos a la tierra y que la corriente no los bote, ya que se ponían en las cercanías de las vertientes o pequeños ríos.

**Rosa de los vientos.-** También conocida como rosa de la aguja o rosa náutica, la rosa de los vientos fue, antes de la generalización de las brújulas magnéticas, una excelente referencia en las cartas marinas en la que se mostraba la dirección de los ocho vientos principales, que indica las direcciones predominantes del viento y su velocidad en nudos.

**Sistema de regulación.-** funciona electrónicamente (contiene una batería y un regulador).

Para una **bobina** la **estandarización de las RPM** es según el número de polos y frecuencia.

**Bobinado** es el conjunto formado por las bobinas.

**Flujo magnético.-** esto es la cantidad de líneas de fuerza que pasan por un circuito magnético.

**Paso polar.-** es la distancia que existe entre los ejes de dos polos consecutivos en la circunferencia formada.

**Inducción entre hierro.-** son las líneas por  $\text{cm}^2$ , tiene un rango constante de entre 3100 a 4650.

**Devanado.-** es el conjunto de espiras destinado a producir el flujo magnético, al ser recorrido por la corriente eléctrica.

## Glosario

**Anemómetro.-** Instrumento que sirve para medir la velocidad o la fuerza del viento.

**Área.-** Espacio de tierra comprendido entre ciertos límites.

**Asíncrono.-** Se dice del proceso o del efecto que no ocurre en completa correspondencia temporal con otro proceso u otra causa.

**Barlovento.-** Con dirección del viento. Parte de donde viene el viento, con respecto a un punto o lugar determinado.

**Biconvexo.-** dos en latín Bi. Quiere decir 2 veces convexo.

**Bioética.-** Aplicación de la ética a las ciencias de la vida.

**Biomasa.-** Biol. Materia orgánica originada en un proceso biológico, espontáneo o provocado, utilizable como fuente de energía.

**Bobinado.-** Acción y efecto de bobinar. Conjunto de bobinas que forman parte de un circuito eléctrico.

**Celosía.-** En ingeniería estructural, una celosía es una estructura reticular de barras rectas interconectadas en nudos formando triángulos planos (retículos planos). En muchos países se les conoce como armaduras.

**Contaminante.-** (Del ant. part. act. de contaminar). adj. Que contamina.

**Convexo.-** Dicho de una curva o de una superficie: Que se asemeja al exterior de una circunferencia o de una esfera.

**Densidad.-** Cualidad de denso. Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo.

**Dirección.-** Camino o rumbo que un cuerpo sigue en su movimiento.

**Efecto invernadero.-** término que se aplica al papel que desempeña la atmósfera en el calentamiento de la superficie terrestre.

**Eficacia.-** Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

**Eficiencia.-** Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado.

**Emplazamiento.-** Situación, colocación, ubicación

**Eólica.-** Producido o accionado por el viento

**Estuario.-** Desembocadura de un río caudaloso en el mar, caracterizada por tener una forma semejante al corte longitudinal de un embudo, cuyos lados van apartándose en el sentido de la corriente, y por la influencia de las mareas en la unión de las aguas fluviales con las marítimas.

**Extradós.-** Lomo superior de la pala.

**Flujo másico.-** Cantidad de masa entre una superficie o entre varias de ellas.

**Fotón.-** Cada una de las partículas que constituyen la luz y, en general, la radiación electromagnética en aquellos fenómenos en que se manifiesta su naturaleza corpuscular.

**Fuerza.-** Vigor, robustez y capacidad para mover algo o a alguien que tenga peso o haga resistencia. Resistencia que oponen los cuerpos a cambiar el estado o la dirección de su movimiento.

**Fusión.-** Reacción nuclear, producida por la unión de dos núcleos ligeros, que da lugar a un núcleo más pesado, con gran desprendimiento de energía.

**Géiseres.-** Fuente termal intermitente, en forma de surtidor.

**Hidroeléctrica.-** (De hidro- y eléctrico). adj. Perteneciente o relativa a la hidroelectricidad.

**Incipiente.-** Que está empezando.

**Intradós.-** Lomo inferior de la pala.

**Magma.-** Geol. Masa ígnea en fusión existente en el interior de la Tierra, que se consolida por enfriamiento.

**Masa.-** Magnitud física que expresa la cantidad de materia que contiene un cuerpo. Su unidad en el Sistema Internacional es el kilogramo (kg).

**Número de Reynolds.-** Número adimensional que se utiliza en la mecánica de fluidos para estudiar el movimiento de un fluido en el interior de una tubería, o alrededor de un obstáculo sólido, como puede ser una superficie.

**Offshore.-** Lugar cercano a la costa o en el exterior del mar, puede ser una ría.

**Orografía.-** Parte de la geografía física que trata de la descripción de las montañas.

**Par motriz.-** Son órganos mecánicos destinados a la unión de piezas que deben girar solidarias con un árbol para transmitir un par motriz (volantes, poleas, ruedas dentadas, etc.), permitiendo, a su vez, un fácil montaje y desmontaje de las piezas.

**Prescindir.-** Hacer abstracción de alguien o algo, pasarlo en silencio. Abstenerse, privarse de algo, evitarlo.

**Radiación.-** Energía ondulatoria o partículas materiales que se propagan a través del espacio.

**Radioactivo.-** adj. Fís. Que tiene radiactividad.

**Ráfaga.-** Viento fuerte, repentino y de corta duración.

**Ratio.-** Potencia nominal. Cociente de dos números. Potencia de uno en relación a la máxima potencia del mismo.

**Rotor.-** Parte giratoria de una máquina eléctrica o de una turbina. Sistema giratorio que sirve para la sustentación de los autogiros y de los helicópteros.

**Sentido.-** Orientación de la dirección, en un vector se determina por el extremo de la flecha.

**Sotavento.-** Contra el viento. La parte opuesta a aquella de donde viene el viento con respecto a un punto o lugar determinado.

**Topografía.-** Arte de describir y delinear detalladamente la superficie de un terreno.

**Transición.-** Acción y efecto de pasar de un modo de ser o estar a otro distinto. Paso más o menos rápido de una prueba, idea o materia a otra, en discursos o escritos.

**Tubular.-** Pertenciente o relativo al tubo. Que tiene su forma o está formado de tubos.

**Variante.-** Que cambia constantemente, aunque no sea en momento periódico.

**Veleta.-** Pieza de metal, que se coloca en lo alto de un edificio, de modo que pueda girar alrededor de un eje vertical impulsada por el viento, y que sirve para señalar la dirección del mismo.

**Velocidad.-** Ligereza o prontitud en el movimiento. Magnitud física que expresa el espacio recorrido por un móvil en la unidad de tiempo. Su unidad en el Sistema Internacional es el metro por segundo (m/s).

## **Bibliografía**

- ACOSTA RUBIO, José (1983): Energía solar: Utilización y Aprovechamiento. Obra de carácter divulgativo. Editorial Paraninfo. Madrid.
- ARROYO, Patricio (sf): Física 1.
- BEER, Ferdinand P. y JOHNSTON, E. Russell, Jr (1981): Dinámica. Mecánica Vectorial. Tercera edición. Carvajal S. A., Bogotá Colombia.
- BENJAMÍN, Franklin (1982): Autobiografía y otros escritos. Obra de interés para amantes de la historia de la ciencia, según los textos de los propios científicos. Editora Nacional. Madrid.
- KAPLAN, Wilfred y LEWIS, Donald J. (1978): Cálculo y álgebra lineal. Vol. 1. Limusa, México.
- MACAULAY, David y ARDLEY, Neil (1998): Cómo funcionan las cosas. Vol. 1. Carvajal S.A., Colombia.
- MATAIX, Claudio (1982): MECÁNICA DE FLUIDOS Y MAQUINAS HIDRÁULICAS. 2da Edición. Alfaomega. OXFORD.
- PENNELLA, C. Robert (2002): Metrología. Limusa Noriega a español.
- PORTERO M, Hernán (sf): Escuela de Mecánica. Curso de AutoCAD 2002.
- SALINAS ESPINOSA, Gustavo (sf): Física. Cuestionario para el examen escrito de grado.
- SN (2005): Escuela de Mecánica. Hélices. Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, Latacunga, Ecuador.
- V. GILES, Ranald y B. EVETT, Jack y LIU, Cheng (1994): MECÁNICA DE LOS FLUIDOS E HIDRÁULICA. 3ra Edición. McGRAW-HILL, España
- VALERO, Michel (1983): Física fundamental. Vol. 2. Carvajal S.A., Bogotá Colombia.
- ZAMORA, Ramiro (1987): Física. La casa de la Cultura Ecuatoriana "Benjamín Carrion" Ambato Ecuador.

## Consultas en la Web

- Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- [http://2.bp.blogspot.com/\\_mUM4KlaYgGA/SYIDa3cHVhI/AAAAAAAAABE/JFr\\_vqg1w30/s320/recycle.gif](http://2.bp.blogspot.com/_mUM4KlaYgGA/SYIDa3cHVhI/AAAAAAAAABE/JFr_vqg1w30/s320/recycle.gif)
- [http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos66/chavetas-lenguetas/image001.png&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos66/chavetas-lenguetas/chavetas-lenguetas.shtml&usg=\\_\\_3v6lY-TNIJcRQUBX3wcVxXaqr70=&h=152&w=274&sz=41&hl=es&start=29&um=1&tbnid=8Vb3GJPsJ1yz\\_M:&tbnh=63&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dpar%2Bmotriz%26gbv%3D2%26ndsp%3D20%26hl%3Des%26lr%3Dlang\\_es%26sa%3DN%26start%3D20%26um%3D1](http://images.google.com.ec/imgres?imgurl=http://www.monografias.com/trabajos66/chavetas-lenguetas/image001.png&imgrefurl=http://www.monografias.com/trabajos66/chavetas-lenguetas/chavetas-lenguetas.shtml&usg=__3v6lY-TNIJcRQUBX3wcVxXaqr70=&h=152&w=274&sz=41&hl=es&start=29&um=1&tbnid=8Vb3GJPsJ1yz_M:&tbnh=63&tbnw=113&prev=/images%3Fq%3Dpar%2Bmotriz%26gbv%3D2%26ndsp%3D20%26hl%3Des%26lr%3Dlang_es%26sa%3DN%26start%3D20%26um%3D1)
- [www.itsafae.edu.ec/mision](http://www.itsafae.edu.ec/mision)
- <http://www.otrasenergias.com/results.asp?nSector=10&cSector=Alternativas>
- <http://erenovable.com/2007/02/06/iluminacion-publica-basada-en-energias-renovables/>
- <http://www.energias-renovables.com/paginas/index.asp?id=10&Nombre=Otras%20fuente>



# A N N E X O S

## ÍNDICE DEL ANTEPROYECTO DE ESTUDIO

Ítem	Detalle	Pág.
<b>CAPÍTULO I</b>		
1	EL PROBLEMA.....	101
1.1	Planteamiento del problema.....	101
1.2	Formulación del problema.....	102
1.3	Justificación e Importancia.....	102
1.4	Planteamiento de objetivos.....	103
1.4.1	Objetivo General.....	103
1.4.2	Objetivos Específicos.....	103
1.5	Alcance.....	104
<b>CAPÍTULO II</b>		
2	PLAN DE LA INVESTIGACIÓN (METODOLÓGICO).....	105
2.1	Modalidad básica de la Investigación.....	105
2.1.1	Bibliográfica Documental.....	105
2.1.2	De campo.....	105
2.2	Tipos de investigación.....	106
2.2.1	No experimentales.....	106
2.3	Niveles de investigación.....	106
2.3.1	Descriptiva.....	106
2.3.2	Correlacional.....	106
2.4	Universo población y muestra.....	107
2.5	Recolección de datos.....	107
2.5.1	Técnicas.....	107
2.5.1.1	La observación.....	107
2.5.1.2	Observación documental.....	108
2.5.1.3	Entrevista personal.....	108
2.6	Procesamiento de la información.....	108
2.7	Análisis.....	108

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
2.8	Conclusiones y Recomendaciones de la investigación...	108
 <b>CAPÍTULO III</b> 		
3	EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO.....	110
3.1	Modalidad básica de la Investigación:.....	110
3.1.1	Marco Teórico.....	110
3.1.1.1	Antecedentes de la investigación.....	110
3.1.1.2	Fundamentación teórica.....	111
3.1.1	Bibliográfica Documental.....	119
3.1.2	De campo.....	120
3.2	Tipos de investigación.....	125
3.2.1	No experimentales.....	125
3.3	Niveles de investigación.....	127
3.3.1	Descriptiva.....	127
3.3.2	Correlacional.....	128
3.4	Universo población y muestra.....	130
3.5	Recolección de datos.....	131
3.6	Técnicas.....	131
3.6.1	La observación.....	131
3.6.2	Observación documental.....	132
3.6.3	Entrevista personal.....	133
3.7	Procesamiento de la información.....	134
3.8	Conclusiones y Recomendaciones de la investigación...	134
 <b>CAPÍTULO IV</b> 		
4	FACTIBILIDAD DEL TEMA.....	137
4.1	Técnica.....	137
4.2	Legal.....	137
4.3	Operacional.....	140
4.4	Análisis de recursos, económico financiero, análisis costo-beneficio (tangible e intangible).....	140

<b>Ítem</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
4.4.1	Los Recursos Humanos.....	14
4.4.2	Los Recursos Materiales y Tecnológicos.....	14
4.4.3	Análisis económico.....	141
4.4.4	Análisis costo tangible.....	142
4.4.5	Análisis costo intangible.....	142

## **CAPÍTULO V**

5	DENUNCIA DEL TEMA.....	143
5.1	Cronograma.....	144

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
1	Producción en 1995.....	116
2	Producción nuclear.....	117
3	Pequeñas generadoras eléctricas de Cotopaxi.....	123
4	Generadoras Eléctricas de Cotopaxi.....	133
5	Precios de la Energía Producida con Recursos Energéticos.....	139
6	Análisis económico.....	141

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Fig. #</b>	<b>Detalle</b>	<b>Pág</b>
1	Central nuclear de Vandellòs.....	114
2	Ubicación del ITSA.....	124

# ANTEPROYECTO

## 1 EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del problema

La continua evolución industrial y el crecimiento de la población hace que día a día se cree nuevas necesidades y se presenten nuevos problemas, tal es el caso del déficit de energía eléctrica que se viene dando en estos últimos años en nuestro país.

El Ecuador, ha sufrido de déficit de energía eléctrica, ello ha exigido un gran sacrificio de la ciudadanía; pues cuando se suspende el servicio, se produce intensa alarma social y grandes perjuicios en lo económico.

Es que la vida moderna se basa en la energía eléctrica; la tecnología que avanza tan aceleradamente, requiere de esta; sin ella no se podría haber jugado el papel tan expectante que ha llevado en estos momentos al mundo a una etapa de admirables conquistas.

Hemos venido luchando contra el déficit de energía eléctrica, que nos mantiene bajo la peligrosa dependencia de la importación de Colombia.

Así también se tiene una falencia constante de energía eléctrica en el área rural de todas las regiones del Ecuador debido a que no se provee energía eléctrica en los sectores más lejanos de las ciudades donde existen pequeñas poblaciones y sus casas son muy distanciadas, lo cual no justifica instalar redes eléctricas que producen una inversión para poca población.

Ecuador es un país privilegiado que dispone una diversidad de recursos naturales que podrían ser utilizados para la generación de energía.

Este déficit de energía provoca pobreza económica debido a un bajo nivel de desarrollo económico en la que una persona carece de los ingresos suficientes para acceder a los niveles mínimos de atención médica, alimento, vivienda, vestido y educación.

Las personas que viven tienen una capacidad muy baja debido a que no tienen los servicios básicos como para informarse y desarrollarse en un ámbito formal, estos grupos son muy vulnerables.

La falta de oportunidades educativas es otra fuente de pobreza, por lo que una formación insuficiente conlleva menos oportunidades de empleo y conocimiento, de acuerdo al mundo en que nos desarrollamos, que hoy en día es tan competitivo.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo suplir el déficit de energía eléctrica que presenta el país, concientizando a la gente a producir energía propia desde donde nos desarrollamos?

## **1.3 Justificación e Importancia**

El ITSA (Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico), tiene como misión formar los mejores profesionales aeronáuticos, íntegros e innovadores, competitivos y entusiastas, a través del aprendizaje por logros aportando así, al desarrollo de nuestra patria. <sup>(12)</sup>

---

<sup>12</sup> [www.itsafae.edu.ec/mision](http://www.itsafae.edu.ec/mision)

En un país se debe estudiar la forma de como tener energía eléctrica para su auto consumo para de esta manera satisfacer la demanda que presenta el país, y así encaminarnos en vías de superación, la energía eléctrica es un recurso indispensable para generar economía en la población, en la zona rural impacta en el área agrícola, médica, alimentaria, construcción, vestido, educación y aún más en las zonas urbanas, donde el eje de la vida está basado en la electricidad por vivir en un mundo industrializado donde todo artefacto funciona a base de la electricidad, y sin este elemento vital produciría un caos social, y un imposible desenvolvimiento en las labores cotidianas.

Por lo tanto mediante este trabajo se busca la manera de generar energía y alternativas de solución, para este serio problema. Proponer la posibilidad de obtener electricidad a pequeña escala y a corto plazo, en su inicio, para el autoconsumo del Instituto.

Es necesario e importante llevar a cabo este estudio porque en el Instituto no existe un tratado de cómo generar energía eléctrica propia.

#### **1.4 Planteamiento de objetivos:**

##### **1.4.1 Objetivo general**

Conocer los diferentes tipos de energía que existen, cuales se aplican para la generación eléctrica y que energías se pueden usar en las cercanías al área del ITSA.

##### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Recopilar información teórica para un buen desarrollo del proyecto.
- Documentar la información.

- Conocer fuentes energéticas que existen en la región.
- Entender tipos de generación eléctrica.
- Analizar qué tipos de generación eléctrica se pueden aprovechar en el ITSA.

### **1.5 Alcance**

Aportar de alguna manera en la disminución del consumo de los recursos energéticos a través de nuevas formas de generación eléctrica en la Institución.

Entender teóricamente las diferentes formas de energía que existen, y de estas cuales sirven para generar electricidad, como utilizarlas y en donde se hallan mencionadas energías, que utilizando dichos conocimientos aplicarlos en un proyecto que sirva al ITSA para generar electricidad en pequeña escala y a corto plazo.

Dar el ejemplo a la gente a tener más independencia de manera que todos busquen formas de cómo producir su propia energía eléctrica; para así poder llegar a un macro concepto de auto consumo en el Ecuador.



## **2 PLAN DE LA INVESTIGACIÓN (METODOLÓGICO)**

### **2.1 Modalidad básica de la Investigación:**

#### **2.1.1 Bibliográfica Documental**

Se accederá a fuentes bibliográficas e internet para obtener la información acerca de las diferentes formas de energía que existen, de ellas cuales se aplican para generación eléctrica y cuales se pueden aplicar en el sector en que está ubicado el ITSA.

Así también se obtendrá información secundaria, visitando los lugares estratégicos en los cuales podamos obtener conocimiento específico relacionado con el viento, el agua, la radiación solar y generación eléctrica de la provincia de Cotopaxi.

#### **2.1.2 De campo**

Se usará la modalidad básica de campo porque se realizará el estudio en la provincia de Cotopaxi, ciudad de Latacunga, haciendo visitas a los lugares estratégicos donde se produce generación eléctrica.

Esta investigación permitirá obtener fundamentos de cómo se obtiene energía eléctrica en el sector y así determinar las diferentes energías que existen en la provincia y de esta cuales se podrían aprovechar para generación eléctrica.

Cuando ya se conozca que energías se pueden usar en Latacunga provincia de Cotopaxi, la investigación se centrará en el lugar donde se dará a cabo el proyecto, para de esta manera generar energía eléctrica en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, siendo este el lugar en que se desarrollan la Tecnólogos Aeronáuticos.

## **2.2 Tipos de investigación**

### **2.2.1 No experimentales**

La investigación será no experimental, porque se visitará, observará y se conversará en los diferentes departamentos, instituciones e instalaciones que generan y distribuyen electricidad, de esta manera se recolectará información del entorno de los lugares a inspeccionarse sin intervenir en ellos, y sin causar molestias.

Es una investigación no experimental debido a que el problema está presente en el país y por ende en nuestra área del ITSA (Cómo suplir el déficit de energía eléctrica que presenta el país, concientizando a la gente a producir energía propia desde donde nos desarrollamos), entonces encontraremos un listado de energías para generar electricidad, pero no se podrán aprovechar todas, debido a la ubicación geográfica.

## **2.3. Niveles de investigación**

### **2.3.1 Descriptiva**

Se aplicará este nivel porque permitirá examinar el problema o identificarlo a través de la modalidad básica de campo con la observación, conversación partiendo de las personas involucradas y pertenecientes a los diferentes lugares a visitar.

### **2.3.2 Correlacional**

Se utilizará un nivel de investigación correlacional porque permitirá hacer un estudio de las causas y efectos que producen el déficit de energía eléctrica en nuestros pueblos y así emitir conclusiones y recomendaciones al culminar la investigación.

## **2.4 Universo población y muestra**

Se tomará como universo a la provincia de Cotopaxi, y la muestra se hallará con la apertura de los diferentes departamentos a pedir información relativa a energías no convencionales y la forma de cómo solucionar este problema con fuentes de energías desde el lugar que nos encontramos, teniendo a Latacunga como población.

## **2.5 Recolección de datos**

La recolección de datos estará a cargo de los responsables de esta investigación:

Gustavo Mora

Santiago Olovacha

Realizando de una manera organizada y sistematizada, utilizando la modalidad básica de campo, a través de visitas a diferentes departamentos en las plantas hidroeléctricas, y más instituciones que ayuden con información acerca del tema; se recurrirá a la observación y a conversaciones con las personas que estén a cargo de su funcionamiento para alzar información.

### **2.5.1 Técnicas:**

#### **2.5.1.1 La observación**

La observación se utilizará mientras se realice la investigación a través de la modalidad de campo cuando se visite las centrales de generación eléctrica ubicadas en la ciudad de Latacunga y sus alrededores, que servirá de base para el desarrollo de la investigación, mediante el uso de la Observación documental.

### **2.5.1.2 Observación documental**

Se usará también una observación documental en los lugares a visitar debido a que se tendrá documentación específica de los lugares a visitar como manuales, archivos, tarjetas, etc., que en bibliotecas no se podrán hallar esos tipos de archivos toda esta información ayudará a construir el marco teórico.

### **2.5.1.3 Entrevista personal**

Esta técnica se utilizará en la modalidad de campo antes de la observación documental con las personas que se encuentren en las plantas generadoras de electricidad, instituciones, para poder dotar de información de sus reseñas a esta investigación.

## **2.6 Procesamiento de la información**

Se realizará de una manera sistematizada de acuerdo al avance del proyecto, y de esta manera simplificar los datos recopilados.

Se realizará una revisión crítica de la información recogida así como: una limpieza de la información defectuosa por lo que esta puede ser contradictoria, incompleta, incluso no pertinente para elaborar el marco teórico.

## **2.7 Análisis**

Se aplicará el análisis para entender el objeto de estudio; siendo este el déficit de energía eléctrica que presenta el país, para así producir energía propia desde donde nos desarrollamos, es así que se realizará el análisis de alternativas en la provincia de Cotopaxi, es decir buscando las diferentes energías que se encuentren en la naturaleza que rodea a la

ciudad de Latacunga y de ellas cuales se pueden utilizar para generar electricidad en la área cercana al ITSA por lo que el proyecto se dará en el Instituto y finalmente un estudio de costos o presupuestos para que sea desarrollado el más viable.

## **2.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación**

Luego de haber realizado el estudio en una forma ordenada y sistematizada se podrá emitir conclusiones y recomendaciones sobre el tema de investigación.

### **3. EJECUCIÓN DEL PLAN METODOLÓGICO**

#### **3.1 Modalidad básica de la Investigación:**

##### **3.1.1 Marco Teórico**

###### **3.1.1.1 Antecedentes de la investigación**

Según la Comisión Nacional de Energía las energías renovables supusieron en el año 2005 un 5,9% del total de energía primaria, un 1,2% es eólica, un 1,1% hidroeléctrica, un 2,9 biomasa y el 0,7% otras. La energía eólica es la que más crece.

Según los investigadores, Eduardo Aguilera, Escuela Politécnica del Ejército (ESPE), Sangolquí-Ecuador y Manlio Coviello, CEPAL, Santiago-Chile mencionan que:

El Ecuador es el país con mayor potencial geotérmico (500 Mw.) entre los que todavía no han desarrollado la geotermia. Se considera que las aplicaciones eléctricas, tanto como los usos directos del calor geotérmico, pueden jugar un papel trascendente en las políticas de desarrollo de áreas rurales y en el combate a la pobreza.

Como otras fuentes económicas para la generación eléctrica, el Ecuador dispone de hidroenergía, que se la ha desarrollado apenas en un 7% de su potencial y el gas natural que, igual que la geotermia, permanece inexplorado mientras han proliferado las centrales de generación térmica con los combustibles de mayor precio de mercado.

A pesar de que las Fuentes de Energía Nuevas y Renovables tienen en el Ecuador un desarrollo muy incipiente, se destaca que últimamente se les ha reconocido algunos incentivos para su desarrollo.

En estas condiciones, y en vista de la importancia de incorporar a la geotermia en la oferta de energía primaria del Ecuador, el estudio describe el actual entorno, analiza los problemas que constituyen barreras y sugiere algunas acciones estratégicas para superarlas.

### **3.1.1.2 Fundamentación teórica**

#### **TIPOS DE ENERGÍAS**

Hay varios tipos de energía como la energía mecánica, energía solar, energía eólica, energía eléctrica, energía de los gases, energía nuclear, energía radioactiva, energía de la desintegración, energía radioastronómica, energía del magnetismo, energía cinética, energía de la ionización, energía geotérmica, energía potencial, todo tipo de energía renovable, energía reticular, energía térmica, energía en el cuerpo viviente, energía en un cuerpo inerte, energía en reacción química, etc.; de las cuales se explicarán unas pocas, como:

#### **GAS NATURAL**

Gas natural, mezcla de gases entre los que se encuentra en mayor proporción el metano. Se utiliza como combustible para usos domésticos e industriales y como materia prima en la fabricación de plásticos, fármacos y tintes.

La proporción en la que el metano se encuentra en el gas natural es del 75 al 95% del volumen total de la mezcla (por este motivo se suele llamar metano al gas natural). El resto de los componentes son etano, propano, butano, nitrógeno, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, helio y argón. Antes de emplear el gas natural como combustible se extraen los componentes más pesados, como el propano y el butano.

Aunque existen yacimientos que proporcionan exclusivamente gas natural, éste va casi siempre asociado al petróleo en sus yacimientos, y

sale a la superficie junto a él cuando se perfora un pozo. Sin embargo, el desarrollo del gas natural se realizó con posterioridad al uso del petróleo.

El gas natural que aparecía en los yacimientos se quemaba como un residuo más, ya que, a pesar de su enorme poder calorífico, no se podía aprovechar por los problemas que plantea su almacenamiento y transporte. No puede ser licuado simplemente bajo presión porque su temperatura crítica, 190 K, es muy baja y, por tanto, debe ser enfriado hasta temperaturas inferiores a ella antes de licuarse. Una vez licuado debe ser almacenado en contenedores muy bien aislados, y su transporte se realiza por tuberías fabricadas con materiales y soldaduras especiales para resistir grandes presiones.

El gas natural se utiliza como combustible doméstico e industrial, además de por su gran poder calorífico, porque su combustión es regulable y produce escasa contaminación. También se emplea como materia prima en la industria petroquímica en la obtención de amoníaco, metanol, etileno, butadieno y propeno.<sup>13</sup>

## **ELECTRICIDAD**

Electricidad, categoría de fenómenos físicos originados por la existencia de cargas eléctricas y por la interacción de las mismas. Cuando una carga eléctrica se encuentra estacionaria, o estática, produce fuerzas eléctricas sobre las otras cargas situadas en su misma región del espacio; cuando está en movimiento, produce además efectos magnéticos. Los efectos eléctricos y magnéticos dependen de la posición y movimiento relativos de las partículas con carga. En lo que respecta a los efectos eléctricos, estas partículas pueden ser neutras, positivas o negativas.

La electricidad se ocupa de las partículas cargadas positivamente, como los protones, que se repelen mutuamente, y de las partículas

---

<sup>13</sup> "Gas natural." Microsoft® Student 2008 [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.



cargadas negativamente, como los electrones, que también se repelen mutuamente. En cambio, las partículas negativas y positivas se atraen entre sí. Este comportamiento puede resumirse diciendo que las cargas del mismo signo se repelen y las cargas de distinto signo se atraen.<sup>14</sup>

## **BIOMASA**

Biomasa, abreviatura de masa biológica, cantidad de materia viva producida en un área determinada de la superficie terrestre, o por organismos de un tipo específico. El término es utilizado con mayor frecuencia en las discusiones relativas a la energía de la biomasa, es decir, al combustible energético que se obtiene directa o indirectamente de recursos biológicos.

La energía de biomasa que procede de la madera, residuos agrícolas y estiércol, continúa siendo la fuente principal de energía de las zonas en desarrollo. En algunos casos también es el recurso económico más importante, como en Brasil, donde la caña de azúcar se transforma en etanol, y en la provincia de Sichuan, en China, donde se obtiene gas a partir de estiércol. Existen varios proyectos de investigación que pretenden conseguir un desarrollo mayor de la energía de biomasa, sin embargo, la rivalidad económica que plantea con el petróleo es responsable de que dichos esfuerzos se hallen aún en una fase temprana de desarrollo.<sup>15</sup>

## **ENERGIA NUCLEAR**

Energía nuclear, energía liberada durante la fisión o fusión de núcleos atómicos. Las cantidades de energía que pueden obtenerse mediante procesos nucleares superan con mucho a las que pueden

---

<sup>14</sup> Franklin, Benjamin. *Autobiografía y otros escritos*. Madrid: Editora Nacional, 1982. Obra de interés para amantes de la historia de la ciencia, según los textos de los propios científicos.

<sup>15</sup> "Biomasa." Microsoft® Student 2008 [DVD]. Microsoft Corporation, 2007.

lograrse mediante procesos químicos, que sólo implican las regiones externas del átomo.



**Fig. 1** Central nuclear de Vandellòs

**Fuente:** Microsoft® Student 2008

Las centrales nucleares utilizan la energía liberada en los procesos de fisión nuclear para producir electricidad. En España hay seis centrales nucleares en funcionamiento: Almaraz, Ascó, Cofrentes, Santa María de Garoña, Trillo y Vandellòs II. En la fotografía se muestra esta última, que se encuentra en la provincia de Tarragona.<sup>16</sup>

La energía de cualquier sistema, ya sea físico, químico o nuclear, se manifiesta por su capacidad de realizar trabajo o liberar calor o radiación. La energía total de un sistema siempre se conserva, pero puede transferirse a otro sistema o convertirse de una forma a otra.

Hasta el siglo XIX, el principal combustible era la leña, cuya energía procede de la energía solar acumulada por las plantas. Desde la Revolución Industrial, los seres humanos dependen de los combustibles fósiles —carbón o petróleo—, que también son una manifestación de la energía solar almacenada.

---

<sup>16</sup> Francesc Muntada/Corbis (en el libro no constaba ningún dato más sobre su bibliografía)

Cuando se quema un combustible fósil como el carbón, los átomos de hidrógeno y carbono que lo constituyen se combinan con los átomos de oxígeno del aire, produciéndose una oxidación rápida en la que se forman agua y dióxido de carbono y se libera calor, unos 1,6 kilovatios hora por kilogramo de carbón, o unos 10 electro voltios (eV) por átomo de carbono. Esta cantidad de energía es típica de las reacciones químicas que corresponden a cambios en la estructura electrónica de los átomos.

Parte de la energía liberada como calor mantiene el combustible adyacente a una temperatura suficientemente alta para que la reacción continúe.

## Electricidad de origen nuclear

AÍ	PRODUCCIÓN (TWh**)	EN	1995*
	Estados Unidos		705,7
	Francia		377,3
	Japón		287,8
	Alemania		154,1
	Canadá		100,3
	Rusia		98,7
	Reino Unido (1994)		89,5
	Ucrania		70,5
	Suecia		69,9
	Corea del Sur		64,0
	España		55,4
	Bélgica		41,4
	Suiza		24,8
<p>* Sólo se recogen las producciones superiores a 20 TWh</p> <p>** 1 teravatio hora (TWh) = <math>10^{12}</math> Wh = <math>10^9</math> kWh</p>			

**Tabla 1** Producción en 1995  
**Fuente:** Energía Atómica (CEA)

PAÍS	PA	PROPORCIÓN DE LA PRODUCCIÓN ELÉCTRICA DE ORIGEN NUCLEAR EN 1995* (%)
	Lituania	87,5
	Francia	76,0
	Bélgica	55,3
	Brasil	55,3
	Suecia	47,0
	Bulgaria	46,1
	Eslovaquia	44,0
	Hungría	42,3
	Suiza	38,9
	Ucrania	36,7
	Corea del Sur	36,2
	Japón	33,0
	España	32,9
	Alemania	29,9
	Reino Unido	26,4
	República Checa	26,4
	Finlandia	26,0
	Eslovenia	23,0
	Estados Unidos	22,5
	Canadá	17,0
	Argentina	11,8
	Rusia	11,5
* Sólo se recogen los porcentajes superiores al 10%.		

**Tabla 2** Producción nuclear

**Fuente:** Comisariado para la Energía Atómica (CEA)

## **DISTINTOS TIPOS DE ENERGÍA QUE SE PUEDEN TRANSFORMAR EN ENERGÍA ELÉCTRICA**

Tenemos que recordar; que la energía no se puede destruir, solo la podemos transformar, una de ella, es la eléctrica, que puede ser el resultado de la transformación de distintos tipos de energía.

El problema, es que en las transformaciones, muchas veces obtenemos energías que rompen los ciclos vivientes, ecológicos, y son nocivas para el hombre.

**Energía de la biomasa.** La que puede obtenerse de compuestos orgánicos combustibles obtenidos a partir de materia vegetal, en muchas ciudades europeas, generan energía con la basura, de la misma ciudad, así no afectan la ecología, al enterarla, como ocurre en muchos países, inclusive el nuestro.

**Energía eólica.** Energía cinética del viento, que puede utilizarse para mover las palas de un aerogenerador y producir energía eléctrica.

**Energía fotovoltaica.** Energía eléctrica obtenida de la luz mediante células fotoeléctricas que responden a la energía luminosa que ionizan átomos especialmente preparados, de los materiales semiconductores, para que sea más sensible, liberando electrones.

**Energía geotérmica.** Energía calorífica que puede obtenerse a partir de materiales terrestres (agua, rocas) anormalmente calientes, como térmicas, volcanes, etc.

En general, la temperatura de los materiales terrestres aumenta con la profundidad de forma regular por diferencia de presión, cuanto más profunda, mayor presión, mayor temperatura.

Pero también, pueden existir anomalías locales, dependientes de la geología del terreno, que resultan en aguas subterráneas o manantiales calientes.

**Energía hidráulica.** Energía potencial gravitatoria de una masa de agua que puede ser aprovechada para mover una turbina y generar electricidad.

**Energía solar.** Energía radiante del Sol, que puede ser aprovechada para la producción de electricidad en virtud del efecto fotoeléctrico, es decir, de la capacidad de la radiación electromagnética para extraer electrones de algunos materiales, como metales o semiconductores. Se tiene información específica sobre la radiación media en el Ecuador plasmada como ANEXO G.

**Energía mareomotriz.** Esta energía se debe a las olas del mar, con este tipo de energía se puede obtener energía eléctrica, transformándola. La marea ascendente del río fluye a través de un dique, mueve unas turbinas y luego queda retenida tras él. “Cuando la marea desciende, el agua atrapada se libera, atraviesa el dique y mueve de nuevo las turbinas. Estas plantas de energía mareomotriz desarrollan su máxima eficiencia cuando la diferencia entre las mareas alta y baja es grande”; y “las mareas altas mayores del mundo tienen una diferencia de unos 18 metros”.<sup>17</sup>

### **3.1.1 Bibliográfica Documental**

Se accedió a fuentes bibliográficas e internet que también se detallan sus respectivas direcciones al igual que las fuentes bibliográficas en sus pies de párrafo.

---

<sup>17</sup> Microsoft ® Encarta ® 2008. © 1993-2007 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.

Así también se obtuvo información secundaria, visitando los siguientes lugares estratégicos:

- Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi. (ELEPCO) (Anexo F).
- Aeropuerto Internacional Cotopaxi. (Anexo E).
- Periódico circulante en el país. (Anexo G).
- Información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento. (Anexo I).
- Consejo Nacional de Cultura y ExploRed Ecuador. (Anexo D).
- Información recolectada a docentes y estudiantes en el ITSA, que fue procesada, tabulada e interpretada para mayor entendimiento. (Anexo J).
- Aprovechamiento de la Energía Solar OLADE. (Anexo K).
- Información del consumo eléctrico de las entidades que funcionan en el edificio. (Anexo H).

Se obtuvo información específica sobre el viento, el agua, radiación solar, proyección y demanda de ELEPCO, y generación eléctrica de Latacunga.

Todo lo anterior ayudó a obtener la información que se explica a continuación; en el siguiente marco teórico, y en la modalidad básica de la Investigación de campo 3.1.2.

### **3.1.2 De campo**

El trabajo de investigación se realizó en la Provincia de Cotopaxi del Cantón de Latacunga.

Fueron visitados algunos de los lugares de generación eléctrica, así como lugares donde se distribuye energía eléctrica en la provincia; sin poder olvidarse de las instituciones en las que se encuentran autoridades,



personal y técnicos de instrumentos de generación eléctrica en Cotopaxi como:

- Departamento de Recursos Hídricos
- Algunas instalaciones de ELEPCO S.A.
- Centrales hidroeléctricas.

Se realizó una investigación de campo a las instalaciones de ELEPCO S.A. En el departamento de Planificación por parte del Ing. Ramiro Vásquez que proporcionó toda la información acerca de la demanda de la energía eléctrica de toda la provincia de Cotopaxi, que supo mencionar que no se tiene un estudio de solo la ciudad de Latacunga, sino de toda el área jurídica de la provincia de Cotopaxi.

Se pudo obtener los fundamentos necesarios de cómo se obtiene energía eléctrica en cada uno de los lugares visitados.

ELEPCO S.A. es la empresa encargada de administrar la redes, sub estaciones de distribución, recaudación, entre otras más atribuciones que le corresponde, como brindar servicio a toda la colectividad Cotopaxense.

ELEPCO S.A también es la encargada de administrar las plantas hidroeléctricas localizadas en esta provincia, aunque se tiene estatutos diferentes entre generación y administración, toda la energía producida en nuestras hidroeléctricas son vendidas al estado mediante la conexión al Sistema Nacional o interconectado, y de este Sistema Nacional somos consumidores y pagamos lo que disipamos.

El consumo de energía eléctrica de ELEPCO S.A (ANEXO E)

Mediante investigación de campo se visitó las centrales hidroeléctricas de la provincia de Cotopaxi previa información en el

edificio a través del personal que trabaja en la empresa y autorización del Ing. Miguel Lucio presidente de generación de las hidroeléctricas generadoras de Cotopaxi.

Las centrales hidroeléctricas Illuchi 1 y 2 están localizadas en el sector de Illuchi al noreste de Latacunga a unos 30 minutos en carro.

Las centrales hidroeléctrica Illuchi 1 tiene la capacidad de generar 4.2 MW con un caudal de  $1.3\text{m}^3$  que es transformada la energía hidráulica en energía eléctrica a través de una turbina Pelton que mueve al generador.

El agua que es abastecida para la turbina nace más o menos a unas 2 horas de camino, de unas vertientes naturales que a través de tubos de alta presión que es conducida por una pendiente para coger alta energía cinética que luego es transformada en energía eléctrica.

Toda el agua saliente de la central hidroeléctrica Illuchi uno es conducida a un reservorio para que nuevamente sea conducida por tubos de alta presión hacia la central hidroeléctrica Illuchi dos que está localizada debajo de la central uno que genera 5.2 MW y tiene el mismo sistema de generación que la número uno.

Toda la energía de las centrales hidroeléctricas es llevada a través de conductores de alta tensión a la sub estación el Calvario en la ciudad de Latacunga que está conectada al Sistema Nacional o interconectado.

Así también se dispone de otras centrales hidroeléctricas en la provincia de Cotopaxi, pero estas no funcionando constantemente debido a factores externos de la empresa; menciona el Ing. Miguel Lucio presidente de generación de las hidroeléctricas Cotopaxi.

A continuación se muestra el listado de las otras generadoras eléctricas de menor importancia debido a su capacidad de generación.

Estado	1,6Mw
Catasacón	0,8Mw
Angamarca	0,3Mw

**Tabla 3:** Pequeñas generadoras eléctricas de Cotopaxi

**Fuente:** Gustavo Mora / Santiago Olovacha

La generadora eléctrica de Angamarca que genera 0,3 Mw es la única que no se conecta al Sistema Nacional en ninguna subestación, más bien es fuente directa a través de una red para la ciudad de Latacunga.

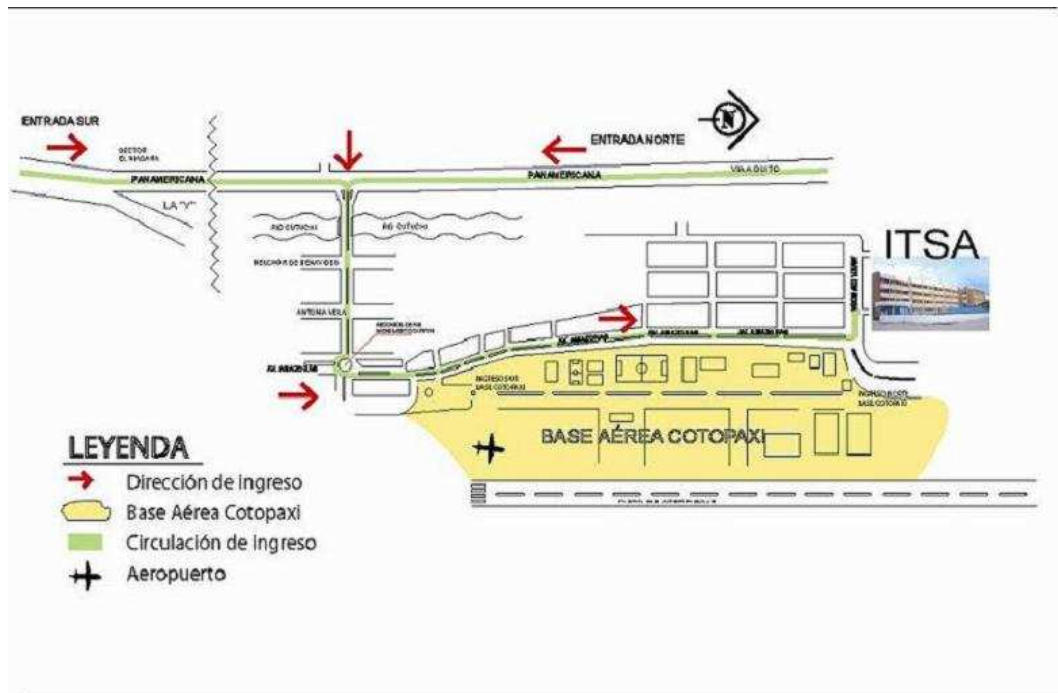
De las diferentes formas de energías que encontramos en la naturaleza, la hidráulica la única fuente que se usa para generar electricidad.

Como ya se conocen que energías se pueden usar en Latacunga provincia de Cotopaxi, la investigación se centró en el lugar donde se dará a cabo el proyecto, el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

### **PARA SABER QUE FUENTES ENERGÍAS SE PUEDEN UTILIZAR EN EL ITSA**

Se tiene que saber que recursos hay en su entorno; se empezará con los límites de la Institución.

Geográficamente está limitada: al Norte por la Parroquia Nueva Vida, al Sur la calle Javier Espinosa (3-47) en dirección al colegio Hermano Miguel, al Este por la Avenida Amazonas junto al Aeropuerto Internacional Cotopaxi, al Oeste el río Cutuchi junto a la Urbanización las Fuentes como se muestra en la figura.



**Fig. 2** Ubicación del ITSA

**Fuente:** <http://www.itsafae.edu.ec/ubicación>

Se realizó una modalidad básica de campo visitando toda el área que comprende el ITSA y se logró percatar que existen tres tipos de energías disponibles para el aprovechamiento, las cuales son la energía solar que se dispone en cualquier parte de nuestro país y por ende el ITSA que está localizado en el país que queda en el centro del mundo donde tenemos la radiación solar más alta, debido al grado de incidencia, esto se puede aprovechar recogiendo de forma adecuada la radiación solar, para transformarla en otras formas de energía como energía térmica o energía eléctrica utilizando paneles solares.

Así también se pudo apreciar que existe una gran presencia de flujo de viento que atraviesa por toda el área del Instituto, por esto, posteriormente se visitó el Aeropuerto Internacional Cotopaxi donde proporcionaron datos relativos a la velocidad del viento como se puede apreciar en el anexo D.

Así también se percató que por la parte oeste de los terrenos correspondientes al ITSA tenemos la presencia de un río, donde no es aprovechada la energía hidráulica presente, como una fuente de energía alternativa.

Mencionado río tiene las siguientes características:

“El río Aláquez que atraviesa por el oeste del I.T.S.A. es un afluente del río Cutuchi, el cual no tiene un caudal constante debido a que todo el trayecto del río tiene concesiones para agua de regadío ya que en el verano el caudal es muy bajo, para lo cual no es muy adecuado implementar una micro empresa eléctrica; mientras que en estos 3 últimos años se ha tenido un invierno casi constante donde se ha podido medir un caudal de 1975 litros sobre segundo dotándose de bastante agua como para una microempresa eléctrica.” Y “el río presta condiciones ideales como para generar energía eléctrica en la parte donde comienza o nace el río Aláquez debido a que existen varios lugares del río con alto grado de pendiente e incluso formando cascadas”.<sup>18</sup>

El Presidente se considera anónimo, es muy conocedor del río debido a que tiene mucha experiencia por haber trabajado muchos años en el Departamento de Recursos Hídricos.

### **3.2 Tipos de investigación**

#### **3.2.1 No experimentales**

La investigación fue no experimental, porque se visitaron y se observaron los departamentos, instituciones e instalaciones que generan y distribuyen electricidad, es decir se obtuvo información de los lugares

---

<sup>18</sup> Fuente: Presidente del Departamento de la Secretaría Nacional del Agua Latacunga

que se inspeccionaron sin intervenir en ellos, lo cual se explicó en el punto anterior.

Nuestra investigación es de tipo no experimental debido a que tenemos las siguientes variables y no podemos jugar con ellas:

**Variable independiente.-** Las zonas rurales de la provincia de Cotopaxi.

**Variable dependiente.** Energía propia desde donde nos desarrollamos.

Como el estudio es en la provincia de Cotopaxi, la investigación se centró en la ciudad de Latacunga por ser su capital y por ser la ciudad que acoge a la institución donde se dará el proyecto.

Los tipos de energías alternativas que se pueden aprovechar en el Instituto son independientes pero dependen directamente del medio ambiente de acuerdo a los recursos disponibles en el campo de estudio, en esta investigación sería el ITSA, en la ciudad de Latacunga provincia de Cotopaxi, ya que en el país se encuentra el problema (Cómo suplir el déficit de energía eléctrica que presenta el país, concientizando a la gente a producir energía propia desde donde nos desarrollamos), como el lugar donde nos desarrollamos es Cotopaxi se toma en cuenta al ITSA.

El ITSA puede depender de energías alternativas como: hidráulica, biomasa, solar, eólica, geotérmica.

La mareomotriz no, puesto que no tiene mar en su entorno, de todas estas energías limpias solo algunas se podrán aplicar, tal es el caso que de acuerdo al estudio en nuestro ámbito se hallaron tres energías

presentes que son: la energía solar, eólica y la energía hidráulica; que están desaprovechadas en la actualidad.

Se verificó, que la investigación fue de tipo no experimental, por que el déficit de energía es un problema que está presente en Ecuador América y en el mundo entero; por esto es que muchos países buscan tener sistemas de energías alternativas, y como en nuestro país también se tomaron las zonas rurales de la provincia de Cotopaxi, es el universo dicha provincia.

### **3.3 Niveles de investigación**

#### **3.3.1 Descriptiva**

A través de la investigación descriptiva se logró examinar el problema (Cómo suplir el déficit de energía eléctrica que presenta el país, concientizando a la gente a producir energía propia desde donde nos desarrollamos), e identificar el déficit de energía que está presente en las zonas rurales de Cotopaxi, teniéndola como una provincia del territorio ecuatoriano, tratando a la investigación a través de técnicas de recolección de información en la población de Latacunga para saber qué tipos de energías alternativas se podrán aprovechar para que sean transformadas y así obtener energía eléctrica propia en nuestra institución, siendo las principales energías alternativas que se conocen: la hidráulica, la solar, la biomasa, la mareomotriz, la geotérmica, la eólica, de las cuales la mareomotriz permanecerá descartada por no estar ubicados en la región costanera a orillas del mar, la biomasa se podría utilizar siempre y cuando se tomé al ITSA como un centro de acopio de la materia orgánica desechada por toda la ciudad de Latacunga, pero sería insignificante si solo se toma a los desperdicios del ITSA, debido a que la los residuos del establecimiento no serían suficientes, a más de que tenemos un bosque que nos proporciona pocas hojas secas; leña no, por

lo que los árboles de la institución no deben ser talados y así no se brindaría la cantidad de combustible necesario como para aprovecharla dicha fuente a través de un biodigestor, así también la geotérmica está presente exponiéndose muy alta en nuestro medio; a futuro se podría aprovechar de acuerdo a la ciencias y tecnologías venideras, mientras, tenemos la presencia de tres energías disponibles y a nuestro alcance para aprovecharlas como son la eólica, solar e hidráulica que están siendo desperdiciadas.

La energía eólica está disponible por toda la zona del territorio del ITSA, la solar por el mismo hecho de estar ubicados geográficamente en el centro de la tierra disponemos de una radiación solar excelente para su aprovechamiento, mientras que la hidráulica por tener la presencia del río Aláquez también es ideal para implantar una micro central eléctrica para así de esta manera aprovechar los recursos disponibles en nuestro medio.

### **3.3.2 Correlacional**

Por el calentamiento global, en el que día a día se está viviendo y generando una infinidad de problemas ambientales que afectan directamente a toda la población, se siente la necesidad de utilizar recursos renovables para de esta manera aportar a la solución de los problemas ecológicos y económicos mediante un auto consumo de energías.

El déficit de energía eléctrica que presenta el país causa serios problemas a la sociedad en cualquier campo o área a desarrollarse; sea este educativo, salud, laboral, económico, social, etc.



La falta de energía en un país provoca pérdidas económicas fugándose las divisas hacia el exterior debido a que los países sin energía tienen la obligación de comprar energía de otro país.

Por ello el déficit de energía eléctrica lleva a los “apagones” no solo causan alarma y perjuicio, sino que tienen una connotación política, indebida pero real, al punto de que los gobiernos consideran que un estiaje demasiado duro, desestabiliza económicamente al país.

El Ecuador solo depende de las hidroeléctricas presentes en diferentes lugares del Ecuador y no tenemos otras fuentes energéticas que nos brinden electricidad, por eso se compra energía eléctrica a la República de Colombia.

Se pierde economía debido a que cuando hay una escasez se ve involucrado en la situación de los apagones y lo único que trae son las grandes pérdidas económicas, como en el campo industrial, deterioro involuntario de materia prima, como por ejemplo no reciben la refrigeración necesaria; se producen alarmas en la sociedad y desesperación de emergencias como: personas atrapadas en los ascensores, a más de que se cerrarán locales comerciales; en los hospitales y aún la situación es más crítica debido a que se postergarán intervenciones quirúrgicas programadas y algunas inclusive en el momento en que se están realizando, teniendo en cuenta que casi todos los dispositivos funcionan eléctricamente y, desde luego, el caos vehicular que es verdaderamente peligroso; estos son ejemplos claros de problemas por una falta de energía eléctrica, como en las cuestiones de las señales iluminarias y sonoras; como muestra clara se tiene el semáforo.

### 3.4 Universo población y muestra

En todo el mundo hay déficit de energía por esto muchos países buscan como auto suministrarse, pero tratando de no irse contra el ecosistema, y decir no al calentamiento global.

Si nos desarrollamos en el ITSA, en la ciudad de Latacunga, en la provincia de Cotopaxi, en el país de Ecuador, en Sur América; en fin, en el planeta Tierra donde en realidad existe este problema.

Se tomó como Universo a la provincia de Cotopaxi, y la muestra se halló con la apertura de los departamentos en las diferentes entidades a pedir información relativa a energías no convencionales y, la forma de cómo solucionar este problema con fuentes de energías desde los lugares que se dieron las investigaciones, sabiendo que el problema es (¿Cómo suplir el déficit de energía eléctrica que presenta el país, concientizando a la gente a producir energía propia desde donde nos desarrollamos?). Se tiene a Latacunga como población.

Entonces queda:

**Universo.-** La provincia de Cotopaxi

**Población.-** La ciudad de Latacunga

**Muestra.-**

- Departamento de Recursos Hídricos
- Algunas instalaciones de ELEPCO S.A.; así como las micro centrales hidroeléctricas como la central de Illuchi 1 y 2, etc.
- El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.
- Secretaría Nacional del Agua.

### **3.5 Recolección de datos**

La recolección de los datos realizaron los responsables de la investigación:

Gustavo Mora

Santiago Olovacha

Se realizó de una manera organizada y sistematizada, es decir se organizó dando un orden a las ideas, resúmenes, etc., que se plasmaron en libretas, celulares, cámaras fotográficas y en laptops al hacer huso de la investigación de campo que consistió en visitar los diferentes lugares y las instituciones que se indicaron en el punto 3.1.1. Con el fin de alcanzar información, mediante la técnica de la observación documental (que consistió en utilizar los manuales técnicos, registros estadísticos de demanda, generación y consumo) y conversaciones con los operadores, técnicos y autoridades a cargo del funcionamiento de las instituciones. Toda esta información se encuentra en el marco teórico del punto 3.1.1.1.

### **3.6 Técnicas:**

#### **3.6.1 La observación**

La observación se utilizó en los siguientes lugares mientras se visitaba, y se realizaba la investigación:

Algunas instalaciones de ELEPCO S.A. ubicadas en el centro de la ciudad de Latacunga, principalmente el departamento de planificación, así también las sub estaciones ubicadas en la misma ciudad que se encargan de la distribución de la energía eléctrica.

Visita a las principales hidroeléctricas Illuchi 1 y 2 quienes generan mayor cantidad de energía eléctrica y proporcionan todo su potencial a través de la sub estación el calvario al Sistema Nacional, donde se

observó que la generación eléctrica es a través de la energía hidráulica utilizando una pendiente natural para adquirir alta presión y hacer girar las turbinas que finalmente con sus sistemas complementarios se obtiene energía eléctrica.

Lo interesante es que el agua que sale de la hidroeléctrica Illuchi 1 es nuevamente conducida mediante un canal abierto hacia un reservorio para que el agua sea nuevamente introducida a las tuberías de presión por lo que más abajo se encuentra la hidroeléctrica 2 y de esta manera aprovechar otra pendiente natural para adquirir nuevamente presión hidráulica y generar electricidad con el mismo proceso que la anterior.

Así también se logró percatar que en los sectores más altos donde nace el agua, es decir en el mismo sector de los páramos por Illuchi en la zona más alta no se tiene energía eléctrica en algunas pequeñas viviendas, así también en los páramos, Milin, Tigua, Zumbagua y Panzache también se tiene el déficit de energía eléctrica porque no llega a algunas viviendas lejanas y si tienen es de muy baja calidad como por ejemplo no abastece como para tener una ducha eléctrica.

### **3.6.2 Observación documental**

Por lo que se tuvo una documentación específica en cada lugar que se visitó, se usó una observación de campo en placas, avisos, tarjetas y archivos que ayudaron a recolectar información en la visita a las hidroeléctricas de Illuchi que ayudó a formar el cuadro siguiente de generación eléctrica en Cotopaxi:

GENERADORAS ELECTRICAS	
Illuchi 2	5.2 Mw
Illuchi 1	4.2 Mw
Estado	1,6Mw
Catasacón	0,8Mw
Angamarca	0,3Mw

**Tabla 4** Generadoras Eléctricas de Cotopaxi

**Fuente:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

Así también visitando ELEPCO se logró recopilar una información estadística de la demanda y proyección de energía eléctrica como se puede apreciar en el anexo E.

De igual manera, visitando instalaciones del ITSA se levantó información acerca de las cargas del ITSA y de todo el edificio que posteriormente se procesó mencionada información y se colocó como los anexos G y H.

### **3.6.3 Entrevista personal**

La entrevista personal se utilizó en la modalidad de campo antes de la observación documental, fue durante toda la trayectoria de la investigación que ayudó a guiarnos para buscar fuentes de investigación y las personas más adecuadas que nos proporcionen como fue con el Ing. Miguel Lucio, Ramiro Vásquez de ELEPCO, administrador Secretaria Nacional del Agua, y demás personas que ayudaron como guías para realizar las respectivas visitas a los lugares a inspeccionarse que se consideraron anónimos y que fueron muy importantes durante la investigación.

Toda esta información brindada ayudó para que se plasme esta investigación.

### **3.7 Procesamiento de la información**

El procesamiento de información se llevó a cabo de una manera organizada y sistematizada que consistió en una revisión crítica de la información recogida así como una limpieza de la información defectuosa por lo que esta puede ser contradictoria, incompleta, inclusa y/o no pertinente para elaborar el marco teórico en la siguiente orden:

Primero, se sacaron resúmenes que fueron dados gracias a las conversaciones con las personas que facilitaron información de acuerdo al avance del proyecto en cada departamento de los lugares que se mencionan en el punto 3.1.1. Así como los documentos de la observación bibliográfica.

Segundo, la información compendiada fue ordenada de manera que tenga congruencia y lógica cada palabra.

Tercero, se simplificaron los datos recopilados.

Toda esta información recogida consistió en unir los resúmenes e interpretaciones recolectadas que se ha creído conveniente para así de esta manera poder llevar a cabo la realización del plan de ejecución metodológico que luego se colocó en su lugar adecuado la información de acuerdo a cada paso seguido.

### **3.8 Conclusiones y Recomendaciones de la investigación**

#### **CONCLUSIONES.**

- Los tipos de energía son varios, de los cuales unos pocos son: gas natural, electricidad, energía mecánica, energía cinética, energía térmica, energía renovable, energía de la ionización, entre muchas otras.

- Para generar electricidad se puede aplicar energías como: energía de la biomasa, energía eólica, energía fotovoltaica, energía geotérmica, energía hidráulica, energía solar, energía mareomotriz, etc.
- Se pudo percatar que en el ITSA existen tres tipos de energía las cuales son: la primera, la energía solar que se dispone en Cotopaxi, puesto que por el país pasa la Línea Ecuador que es la mitad del Mundo, sabiendo que la radiación solar es más alta en la mitad del globo terráqueo debido al grado de incidencia; segundo, se aprecia que existe una gran presencia de flujo de viento atravesando el área del Instituto, pudiendo utilizar la energía eólica; y tercero por la parte oeste de los terrenos del ITSA existe un río el cual no es aprovechado, pudiendo ser usada la energía hidráulica.

### **Entonces**

- Se recopiló información teórica para un buen desarrollo del proyecto.
- Se sistematizó y documentó la información.
- Se conocieron las fuentes energéticas que existen en la región.
- Se entendieron los tipos de generación eléctrica que constan en el área del ITSA.
- Se analizaron los tipos de generación eléctrica que se pueden aprovechar en el ITSA.

### **RECOMENDACIONES:**

- Se recomienda que algún estudiante realice un proyecto donde plasme un sistema solar fotovoltaico para transformar la energía solar en energía eléctrica para que sea utilizada en la Institución, así de esta manera aprovechar una fuente de energía alternativa.
- Realizar proyectos para la implementación de sistemas de aerogeneración, que permita tener energía eléctrica más limpia.
- Incrementar la capacidad de generación hidroeléctrica para satisfacer la demanda de la provincia, ya que existe un cordón montañoso que

permite la formación de cuencas hidráulicas, las mismas que pueden ser aprovechadas. Para esto se deberán realizar los respectivos proyectos de posibles centrales hidroeléctricas.

- Implementar estudios de una micro central hidroeléctrica en los terrenos del ITSA utilizando la energía hidráulica del Río Alaquez. Todo con un concurso de grupos de estudiantes, para el auto suministro de energía eléctrica al ITSA, que permita ahorro de recursos económicos en el Instituto.



## **4. FACTIBILIDAD DEL TEMA**

**4.1 Técnica.-** Cumplirá las normas de seguridad establecidas para su funcionamiento.

Para su funcionamiento se debe tomar en cuenta que cualquier persona que decida observar el generador eólico debe seguir las normas como deben ser estas:

- Delimitar el espacio mediante una línea de pintura o espacio restringido, a fin de evitar roces o cualquier tipo de lesiones, por más que las palas giren a una distancia prudente.
- Se debe usar cintas de aviso, así como etiquetas, y protectores en las puntas, siempre que se vaya a hacer algo de mantenimiento.
- Al momento de que el aerogenerador sirva de fuente de aprendizaje para los estudiantes de mecánica, electrónica, etc., en los momentos de estimulación a los estudiantes, así como para la explicación de los docentes en materias como aerodinámica, rotores, hélices, se deberán tomar en cuenta las normas anteriores.

## **4.2 Legal.-**

### **REGULACIÓN No. CONELEC – 008/08**

EL DIRECTORIO DEL CONSEJO NACIONAL DE ELECTRICIDAD

#### **Artículo 63 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico:**

El CONELEC asigne con prioridad fondos del FERUM a proyectos de electrificación rural a base de recursos energéticos no convencionales tales como energía solar, eólica, geotérmica, biomasa y otras de similares características;

**Considerando:**

Que, el Art. 63 de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, establece que el Estado fomentará el desarrollo y uso de los recursos energéticos no convencionales a través de los organismos públicos, la banca de desarrollo, las universidades y las instituciones privadas;

Que, la seguridad energética para el abastecimiento de la electricidad debe considerar la diversificación y participación de las energías renovables no convencionales, a efectos de disminuir la vulnerabilidad y dependencia de generación eléctrica a base de combustibles fósiles;

Que, es de fundamental importancia la aplicación de mecanismos que promuevan y garanticen el desarrollo sustentable de las tecnologías renovables no convencionales, considerando que los mayores costos iniciales de inversión, se compensan con los bajos costos variables de producción, lo cual a mediano plazo, incidirá en una reducción de los costos de generación y el consiguiente beneficio a los usuarios finales;

Que, como parte de la equidad social, se requiere impulsar el suministro de la energía eléctrica hacia zonas rurales y sistemas aislados, en donde no se dispone de este servicio, con la instalación de centrales renovables no convencionales, distribuyendo los mayores costos que inicialmente estos sistemas demandan entre todos los usuarios del sector;

Que, para disminuir en el corto plazo la dependencia y vulnerabilidad energética del país, es conveniente mejorar la confiabilidad en el suministro, para lo cual se requiere acelerar el proceso de diversificación de la matriz energética, prioritariamente con fuentes de energía renovable no convencionales –ERNC-, con lo cual se contribuye a

la diversificación y multiplicación de los actores involucrados, generando nuevas fuentes de trabajo y el desarrollo de una tecnología propia;

Que, como parte fundamental de su política energética, la mayoría de países a nivel mundial, vienen aplicando diferentes mecanismos de promoción a las tecnologías renovables no convencionales entre las que se incluyen las pequeñas centrales hidroeléctricas, lo que les ha permitido desarrollar en forma significativa este tipo de recursos.

<b>CENTRALES</b>	<b>PRECIO</b> <b>(cUSD/kWh)</b>	<b>PRECIO</b> <b>(cUSD/kWh)</b>
	<b>Territorio</b> <b>Continental</b>	<b>Territorio</b> <b>Insular de</b> <b>Galápagos</b>
EOLICAS	9.31	12.10
FOTOVOLTAICAS	28.37	31.20
BIOMASA Y BIOGAS	9.04	9.94
GEOTERMICAS	9.17	10.08
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS HASTA 5 MW	5.80	6.38
PEQUEÑAS CENTRALES HIDROELECTRICAS MAYORES A 5 MW HASTA 10 MW	5.00	5.50

**Tabla 5** Precios de la Energía Producida con Recursos Energéticos

**Fuente:** Consejo Nacional de Electricidad

**4.3 Operacional.-** De acuerdo al estudio posterior realizado y datos proporcionados por el Aeropuerto Internacional Cotopaxi relativos al

viento, funcionará el sistema de aerogeneración teniendo muy en cuenta su posición geográfica que varía muy poco.

Estará a cargo de las personas que están al frente de la Institución, sean estas autoridades, técnicos, docentes al igual que dicentes preparandos y/o a prepararse; por lo que el aerogenerador servirá como fuente de estudio, sabiendo que el sistema de generación eólica una vez instalado tiene un constante funcionamiento.

#### **4.4 Análisis de recursos, económico financiero, análisis costo-beneficio (tangibles e intangibles)**

##### **4.4.1 Los Recursos Humanos**

Investigador:

Gustavo Mora

Asesor:

Sr. Tcn. E.M.T. Avc. Ing. Ángel Pérez

##### **4.4.2. Los Recursos Materiales y Tecnológicos**

Laptop	Carteles
Desktops	Reloj
Celulares	Impresora
Bibliografía Técnica	Esferos
Revistas	CDs
Periódicos	Flash Memories y SDs
Papel	Vehículo
Cámara fotográfica	Internet
Grabadora	Y otros más.

#### 4.4.3 Análisis económico

Recurso		Nº	Recurso por tipo	Valor Parcial		Valor Total
<b>Humanos</b>		1	Asesor		120	120
	Subtotal					120
<b>Físicos</b>		2	Desktop (Internet)*		10	20
		-	Impresora (Impresiones)*		50	50
		2	Revistas		40	40
		3	Empastado		38	114
		-	Transporte		150	150
	Subtotal					294
		1	Hélice 3 aspas		243	243
		1	Generador eléctrico		112	112
		1	Mecanismo de giro		57	57
		1	Aleta direccional		37	37
		1	Torre de soporte		255	225
		2	Lámparas		20	40
		-	Cables		120	120
		1	Batería		255	255
		2	Boquillas		0,5	1
		2	Focos especiales CD		8	16
	Suma					1106
	IVA				12%	132,72
	Subtotal					1238.72
<b>Materiales de oficina</b>		6	Papel		3,5	15
		-	Carteles		2	2
		-	Marcadores y esferográficos		7	7
		-	CDs		3	3
	Subtotal					27
	Total				1679.72	
			Imprevistos 20%			335.94
	<b>Total</b>					<b>2015.66</b>

\* → Indica los recursos que se alquilarán

**Tabla 6:** Análisis económico

**Fuente:** Gustavo Mora

#### **4.4.4. Análisis costo tangible.**

La inversión que se va a realizar en el ITSA estará a vista de todos, para cualquier persona que lo visite las instalaciones, podrá darse cuenta de los gastos hechos para la obtención del trabajo de una forma tangible es decir lo que se puede apreciar.

#### **4.4.5 Análisis costo intangible.**

El trabajo a realizarse tendrá un valor intangible incalculable porque ha llevado a una autoeducación en una ciencia nueva, como son las energías alternativas, que han causado mucho interés y una valoración del medio ambiente en el que nos desarrollamos.

## **5. DENUNCIA DEL TEMA**

### **ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO**

Se ha enunciado este tema debido a que en un aerogenerador tenemos muchas fuerzas que actúan en sus superficies y necesitan ser comprendidas cada una de ellas.

Por el sector donde está ubicado el ITSA existe un flujo de viento que podría ser aprovechado. Con esto, se colaborará a disminuir el actual déficit de energía eléctrica en nuestra provincia. Además estamos colaborando para evitar el efecto invernadero que se produce con el uso de otras tecnologías de generación.

Por otro lado, como mecánico aeronáutico se ha adquirido conocimientos de ciencias tecnológicas como: aerodinámica, mecanismos, entre otras ciencias relacionadas a la aviación; permitiendo entender los principios de los mecanismos que se aplican para aerogeneración.

### 5.1 Cronograma (Del desarrollo del tema)

Tiempo	Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Septiembre							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Actividades																																
Desarrollo del Anteproyecto		x	X	x	x	x	x																									
Informe del Problema					x	x	x	x																								
Plan de la Investigación									x	x	x	x	x	X																		
Marco Teórico													X	X	x	x																
Factibilidad del Tema															x	x	x	x	x													
Ordenamiento de contenido obtenido																					x	x										
Implementación del sistema de aerogeneración																						x	x	x								
Desarrollo del Informe Final																							x	x	x							
Defensa del Trabajo de Graduación																													X	X		



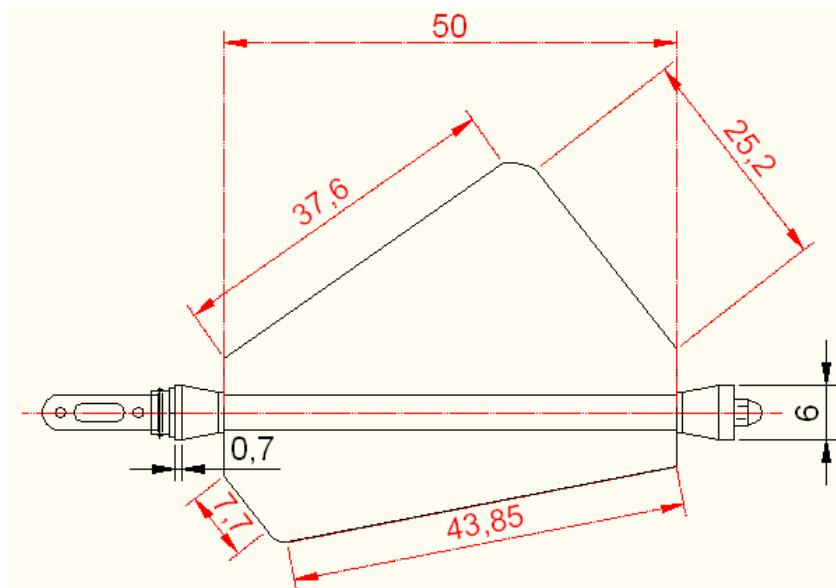
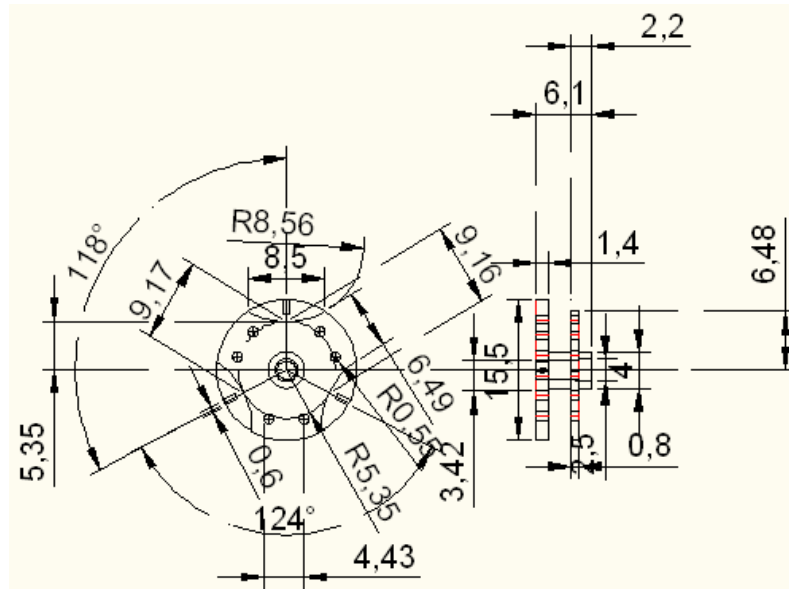
## Anexo B

<b>Escala de velocidades de viento</b>			
<b>Velocidades de viento a 10 m de altura</b>		<b>Escala Beaufort (anticuada)</b>	<b>Viento</b>
<b>m/s</b>	<b>nudos</b>		
<b>0,0-0,4</b>	0,0-0,9	0	Calma
<b>0,4-1,8</b>	0,9-3,5	1	Ligero
<b>1,8-3,6</b>	3,5-7,0	2	
<b>3,6-5,8</b>	7-11	3	
<b>5,8-8,5</b>	11-17	4	Moderado
<b>8,5-11</b>	17-22	5	Fresco
<b>11-14</b>	22-28	6	Fuerte
<b>14-17</b>	28-34	7	
<b>17-21</b>	34-41	8	Temporal
<b>21-25</b>	41-48	9	
<b>25-29</b>	48-56	10	Fuerte temporal
<b>29-34</b>	56-65	11	
<b>&gt;34</b>	>65	12	Huracán

Fuente: <http://www.talentfactory.dk/es/stat/unitsw.htm>

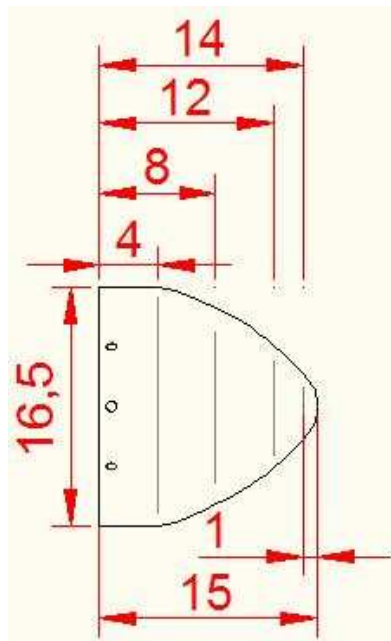
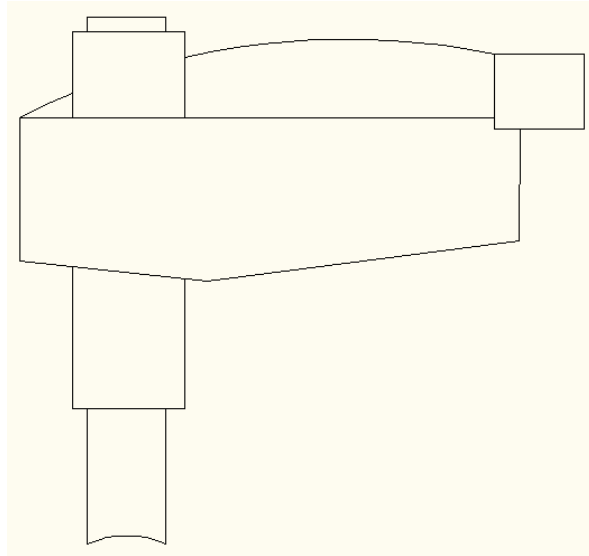
Realizado por: Gustavo Mora Ruiz

### Anexo C

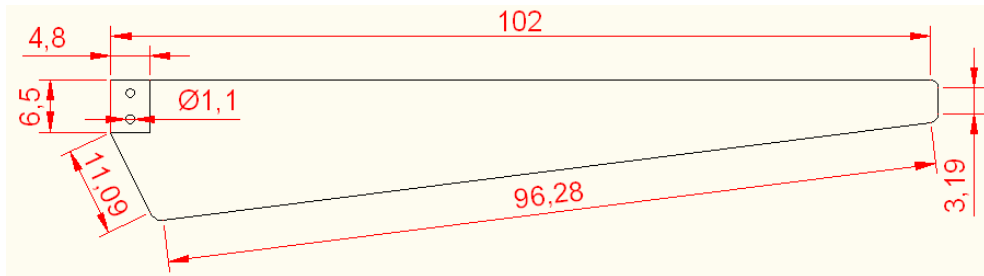
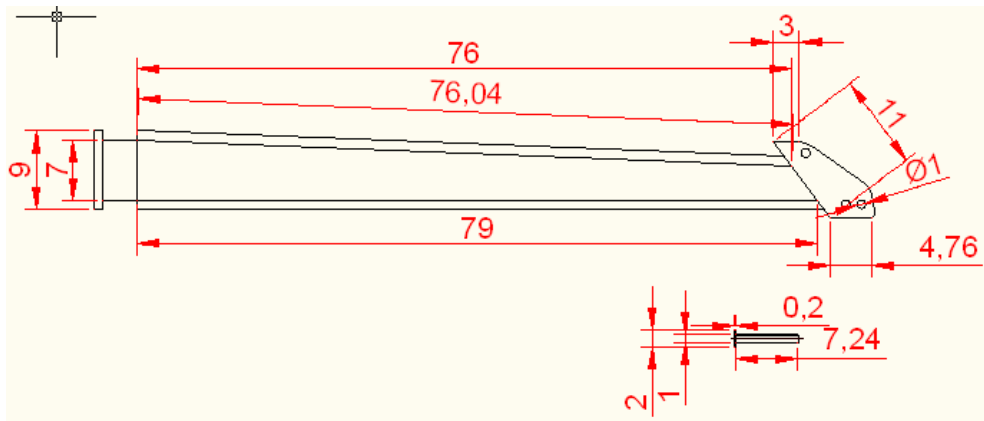


### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Medidas de las partes que componen al aerogenerador	Lámina N°
Dibujado	10-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruiz			1
Dibujado	11-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruiz		ATA:	Escala
Revisado	05-10-09	Tcm. Ing. Ángel Pérez M.			
Aprobado	06-10-09	Tcm. Ing. Ángel Pérez M.		Pieza:	
Fuente: Medidas reales				Truñón Aleta direccional	



ITEM		FECHA	NOMBRE	FIRMA	Estructura y medidas de parte principal de un aerogenerador	Lámina Nº 2
Dibujado		10-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruiz			
Dibujado		11-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruiz		ATA: .....	Escala .....
Revisado		05-10-09	Tcn. Ing. Ángel Pérez M.			
Aprobado		06-10-09	Tcn. Ing. Ángel Pérez M.		Pieza: Gón dola Spinner	
Fuente: Medidas reales						



### INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO

ITEM	FECHA	NOMBRE	FIRMA	Medidas de las partes que componen al aerogenerador	Lámina N°
Dibujado	10-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruíz			3
Dibujado	11-09-09	Gustavo Andrés Mora Ruíz		ATA:	Escala
Revisado	05-10-09	Tcn. Ing. Ángel Pérez M.			
Aprobado	06-10-09	Tcn. Ing. Ángel Pérez M.		Pieza:	
Fuente: Medidas reales				Brazo de cola Vista frontal de una aspa	

## ANEXO D

### ExploRed

#### Datos generales de la provincia de Cotopaxi.

<b>Capital:</b>	Latacunga
<b>Superficie:</b>	6.071 Km <sup>2</sup>
<b>Población:</b>	303.489 Hab.
<b>Cantones:</b>	Latacunga, La Maná, Lasso, Pangua, Pujilí, Salcedo y Saquisilí.
<b>Limites Provinciales:</b>	<b>Norte:</b> Pichincha <b>Sur:</b> Tungurahua y Bolívar <b>Este:</b> Napo <b>Oeste:</b> Pichincha y Los Ríos
<b>Condiciones Demográficas:</b>	Como en la mayoría de las provincias del Ecuador, en Cotopaxi se encuentran muchas diferencias entre los sectores urbano y rural que aparecen en las esferas de vivienda, educación, salud, empleo. Estas disparidades se agravan paulatinamente por el incontrolable crecimiento de la población. Desde 1962 se observa que existe un número cada vez más creciente de personas que abandonan la provincia para radicarse en otros lugares con expectativas de mejoramiento.
<b>Clima:</b>	El clima varía muy húmedo temperado, páramo lluvioso y subhúmedo tropical de acuerdo a la región. La provincia cuenta con un clima que va desde el gélido de las cumbres andinas hasta el cálido húmedo en el subtrópico occidental. La capital, Latacunga, está ubicada a 2.800 metros sobre el nivel del mar, lo cual le determina un clima templado, a veces ventoso y frío. En

	General la provincia posee una temperatura media anual de 12 °C, por lo que cuenta con un clima templado, frío y cálido húmedo.
<b>Orografía:</b>	La hoya central oriental del Patate, en la que se encuentra esta provincia, limita al norte, con el nudo de Tiopullo y las montaña de Casaguala al suroeste. Existen valles y páramos como los de Sigchos, Mulaló, Pastocalle, Mulatos que modelan su orografía.
<b>Hidrografía:</b>	El Cotopaxi, con 5.897 m.s.n.m. se convierte en el volcán activo más alto del mundo. La altiplanicie, encerrada entre cordilleras, tiene por sistema fluvial los ríos Cutuchí, Toachi, Yanayacu, Nagsiche, Chalupas, Illuchi, Patoa, entre otros. Existen varias lagunas en el sector oriental como Verde Cudra, Yurac Cucha, Limpio Puneu etc
<b>Recursos Naturales:</b>	El valle de Latacunga posee un magnífico suelo, apto para la producción agrícola de cebada, trigo, maíz, legumbres, hortalizas y frutales como: capulí, pera, manzana, claudias, mirabeles, taxo, durazno, uvilla, tunas, tomate, higo reina-claudia, membrillo; mientras que el sector occidental es propicio para el cultivo de banano, caña de azúcar, frutales y varios productos tropicales. La riqueza forestal es considerable, pues existen áreas boscosas compuestas de: nogal, aliso, laurel, roble, entre otros.
<b>Industrias:</b>	Alimentos, bebidas, metalmecánica, madera, leche, etc.
<b>Comercio:</b>	La pequeña ciudad de Pujilí guarda el bello arte de la alfarería y una llamativa cerámica pintada a mano son los objetos que más se destacan en las ferias de pueblo.

Fuente: Consejo Nacional de Cultura y ExploRed Ecuador

## Anexo E

### Datos característicos del viento en Latacunga

VIENTO MÁXIMO HORARIO		
HORA	DIRECCIÓN RUMBOS	VELOCIDAD NUDOS
600	S	4
700	SE	8
800	S	11
900	S	26
1000	S	28
1100	SSE	28
1200	SE	34
1300	S	28
1400	S	33
1500	S	34
1600	S	31
1700	SSW	28
1800	SW	21
1900	S	18
2000	S	11
2100	S	7
2200	S	6
2300	S	4

**Fuente:** Tablas de viento del aeropuerto "Cotopaxi" realizado por el pasante: Alex Aníbal Saltos Torres

## ANEXO F

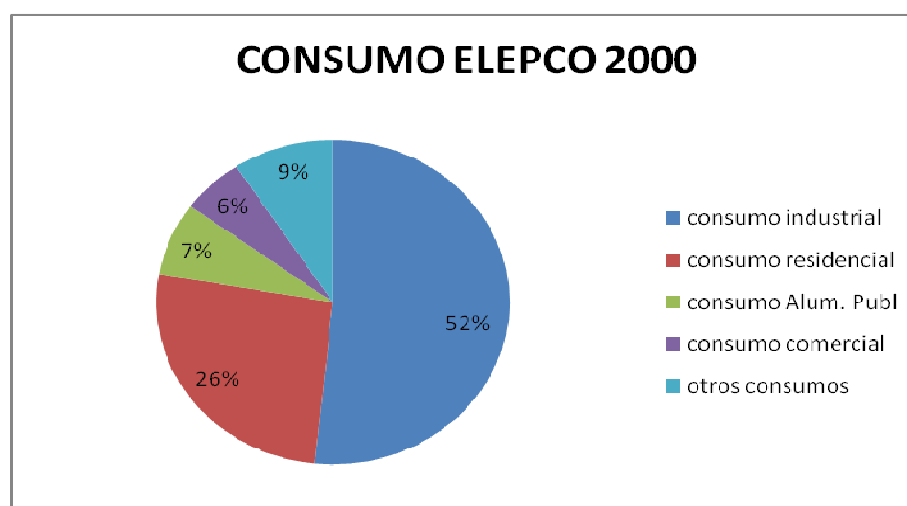
### Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda en el consumo sectorial de ELEPCO S.A.

#### 1. Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2000.

CONSUMO ELEPCO 2000 (GWH)	
Consumo industrial	74,5
Consumo residencial	37,7
Consumo Alum. Publ	10,6
Consumo comercial	8,3
Otros consumos	13,3
Total	144,4
Tasa de crecimiento	2,3

FUENTE: ELEPCO.

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi (ELEPCO) durante el año 2000 ha consumido en su área jurisdiccional la cantidad de 144.4 GWH distribuida de la siguiente manera: en el campo industrial 74.5 GWH que equivale al 52% de consumo, seguido del consumo residencial correspondiente a el 26% esto quiere decir que en esta aérea se ha consumido 37.6 GWH teniendo así que el 7% se utiliza para el alumbrado público 10,6 GWH, el 6% es 8.3 GWH para el sector comercial y teniendo como ultima carga eléctrica el 9% en otros consumos es decir por pérdidas en conductores, robos, etc. siendo un 13.3 GWH.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** ELEPCO tiene una carga de 144.4 GWH repartidas en varios sectores de lo cual el mayor consumo está localizado en el industrial con más del 50% de la energía y también tiene una alta carga por pérdidas.

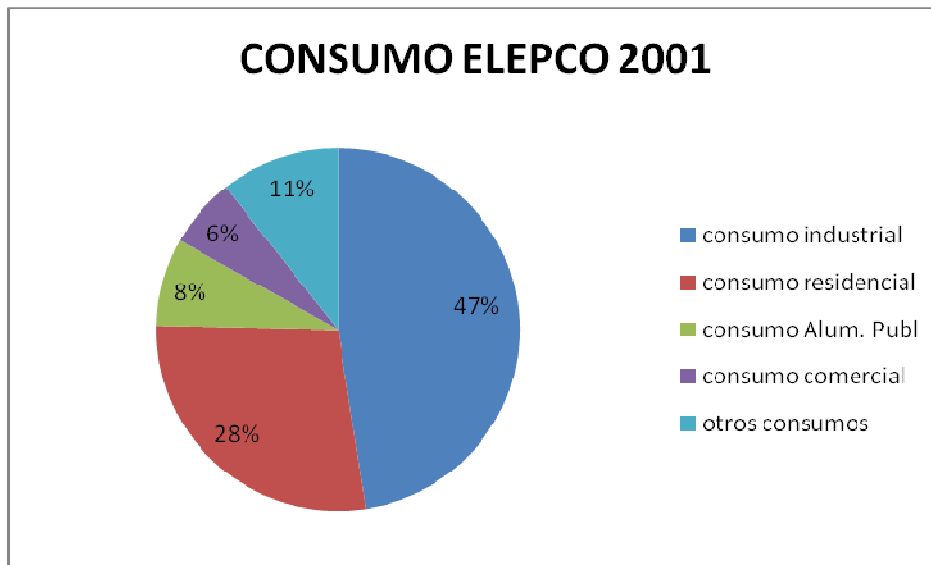
Estos resultados obtenidos representan una tasa de crecimiento 2.3% de crecimiento en relación a sus años anteriores.

## 2. Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2001.

CONSUMO ELEPCO 2001 (GWH)	
Consumo industrial	67
Consumo residencial	39,2
Consumo Alum. Publ	11
Consumo comercial	8,8
Otros consumos	15
Total	141
Tasa de crecimiento	-2,4

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

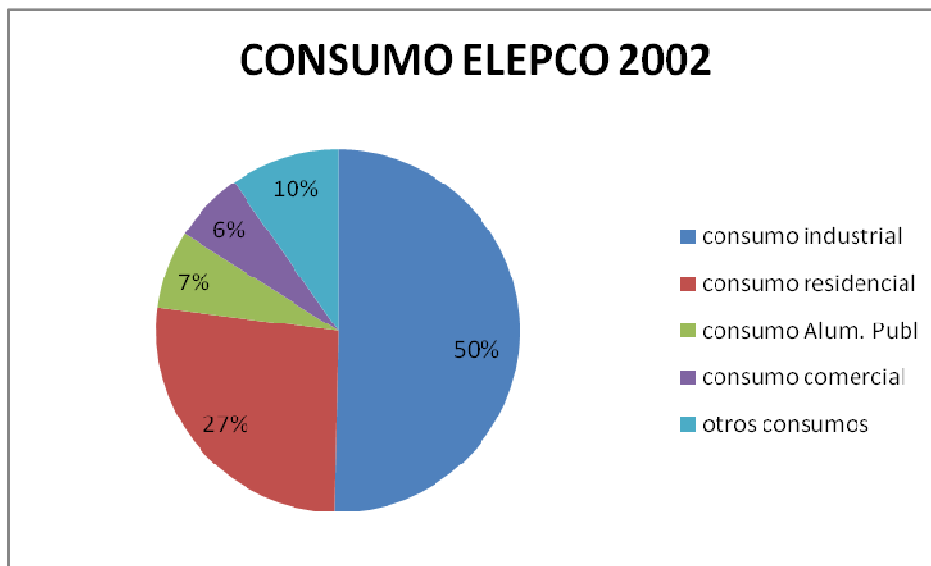
- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** En el año 2001 se concentro el 47% equivalente a 67 GWH de carga siguiéndole el consumo industrial con el 28% que es igual a 39.2 GWH, pues tenemos que el 8%, 11 GWH y 6%, 8.8 GWH correspondiente al consumo por alumbrado público y comercial respectivamente el 11% restante equivale a otros consumos, otras perdidas.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Es evidente que en el sector industrial se concentra la mayor carga energética de este año, pero ha disminuido su consumo de 74.5 GWH a 67 GWH con relación al año anterior teniendo una tasa de crecimiento negativa equivalente a -10.1%.

## Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2002.

CONSUMO ELEPCO 2002(GWH)	
Consumo industrial	81,3
Consumo residencial	43,1
Consumo Alum. Publ	11,1
Consumo comercial	10,2
Otros consumos	15,7
Total	161,4
Tasa de crecimiento	14,4

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** La carga energética en el campo industrial es de 81.3 GWH equivalente al 50% y perseguido del consumo residencial con 43.1 GWH indicando ser el 27% y el resto de

cargas es para el alumbrado público, comercial, y otros consumos que tienen una carga de 11,1 GWH, 10.2 GWH y 15.7 GWH respectivamente en su tasa sectorial.

- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Durante el período 2002 se tuvo una carga de 161.4 GWH, que la energía se provee se concentra en dos grandes grupos que son el sector comercial y residencial.

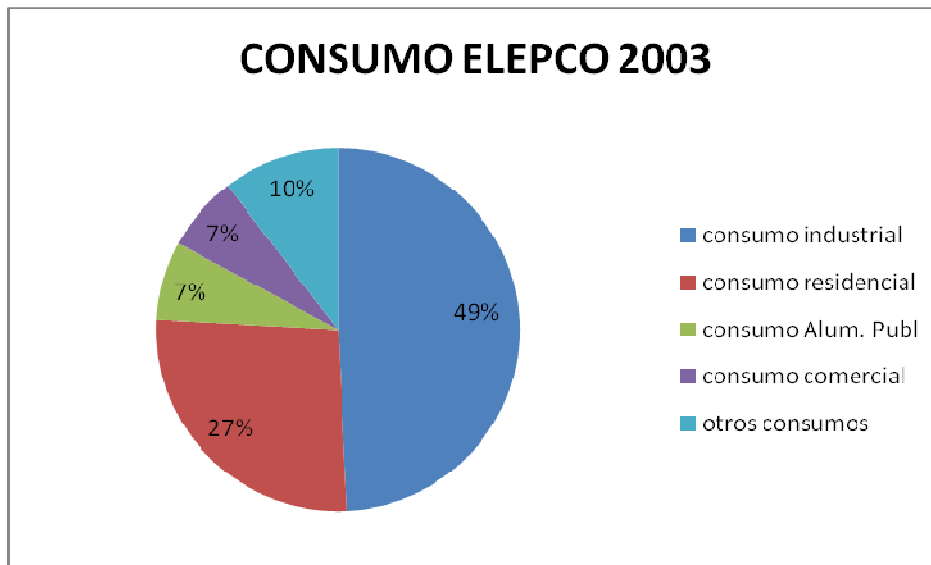
Los datos anteriores nos interpretan que en este año que habido un crecimiento con una tasa del 14.4 % en total del consumo relacionado al año anterior.

#### **4.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2003.**

CONSUMO ELEPCO 2003 (GWH)	
Consumo industrial	83,1
Consumo residencial	45,1
Consumo Alum. Publ	11,9
Consumo comercial	11,3
Otros consumos	17,6
Total	169
Tasa de crecimiento	4,8

**FUENTE: ELEPCO**

**ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo**



**FUENTE:** ELEPCO

**ELABORADO POR:** Olovacha Santiago / Mora Gustavo

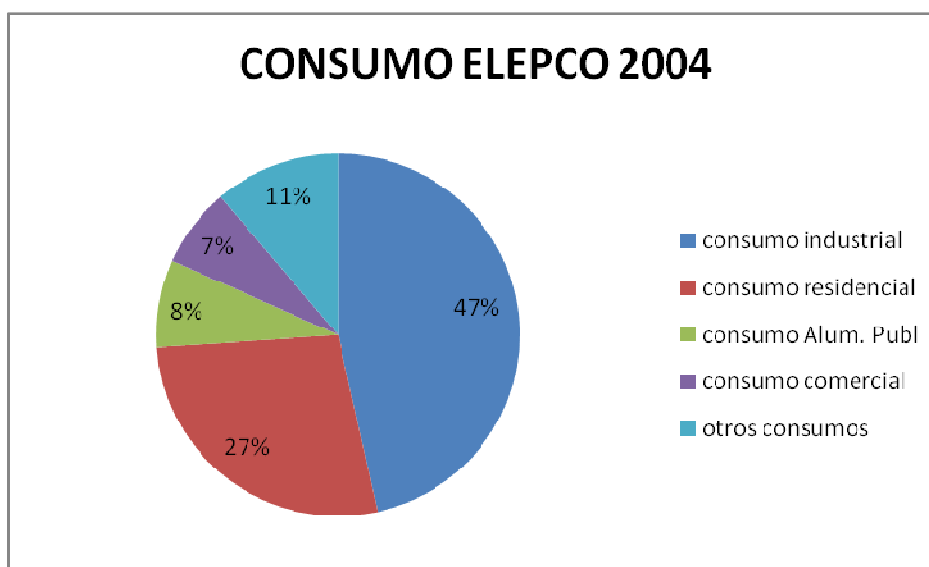
- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** El 49% que es 83.1 GWH es de consumo industrial seguido de la carga industrial con el 27% igual a 45.1% y el 10% para otros consumos, repartiéndose así el 14% para consumidores comercial y alumbrado público siendo 23.1 GWH.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Existen dos grandes sectores consumidores que son en primer lugar con casi la mitad de consumo de la carga eléctrica la tasa industrial seguido de la tasa residencial, teniendo así una tasa de crecimiento del 4.8% de incremento en la carga general comparando con el año pasado.

## 5.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2004.

CONSUMO ELEPCO 2004 (GWH)	
Consumo industrial	80,8
Consumo residencial	47,6
Consumo Alum. Publ	13,6
Consumo comercial	12,3
Otros consumos	19,4
Total	173,7
Tasa de crecimiento	2,8

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** ELEPCO tuvo una carga en el sector industrial del 47% equivalente a 80.8 GWH, así también el sector residencial con el 27%, es decir con 47.6 GWH de carga

seguido de otros consumos que es el 11% semejante a 19.4 GWH, se tiene que el 8% y 7% es de alumbrado público y consumo comercial es 13.6 GWH y 12.3 GWH respectivamente.

- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Se tiene que en los últimos tres años se ha consumido el 27% de la carga eléctrica en el sector residencial dependiendo del total de la carga.

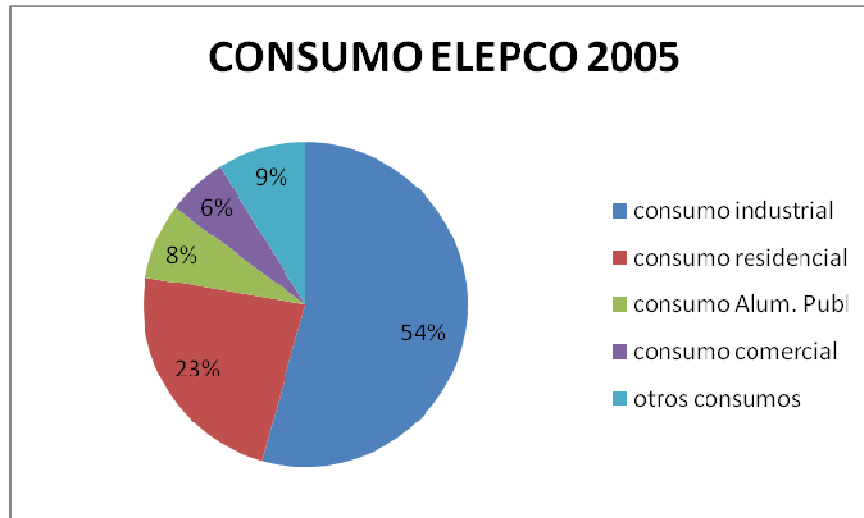
En el año 2004 se tuvo una tasa de crecimiento de consumo de energía eléctrica del 2.8%.

#### **6.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2005.**

CONSUMO ELEPCO 2005 (GWH)	
Consumo industrial	119,9
Consumo residencial	51,7
Consumo Alum. Publ	16,5
Consumo comercial	13,2
Otros consumos	19,5
Total	220,8
Tasa de crecimiento	27,1

**FUENTE:** ELEPCO

**ELABORADO POR:** Olovacha Santiago / Mora Gustavo



**FUENTE:** ELEPCO

**ELABORADO POR:** Olovacha Santiag/ Mora Gustavo

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** El consumo de energía eléctrica durante el año fue dividido de la siguiente manera, industrial 54% igual a 119.9 GWH, residencial 23% equivalente a 51.7 GWH, comercial 6% que equipara a 13.2 GWH, en alumbrado público se ha gastado el 8% siendo una carga de 16.5 GWH y finalmente tenemos un consumo del 9% que representa 19.5 GWH.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** En el año 2005 ha crecido el consumo industrial y disminuido el gasto residencial en comparación con el año 2004, teniendo un aumento de carga eléctrica en su total consumo de 27.1%.

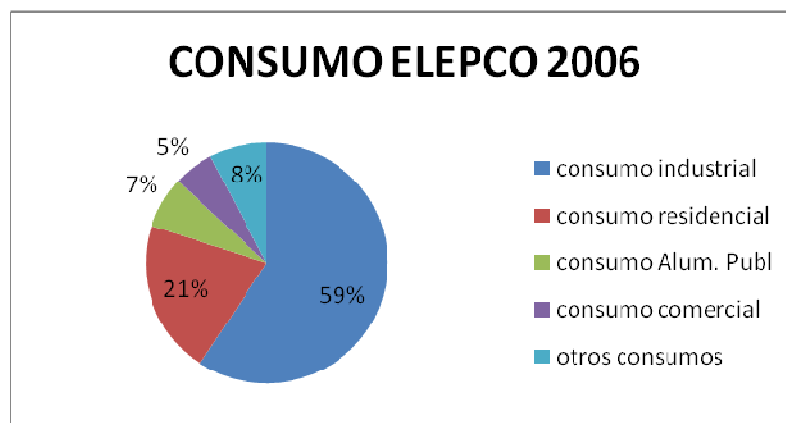


## 7.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2006.

CONSUMO ELEPCO 2006 (GWH)	
Consumo industrial	155,3
Consumo residencial	54,3
Consumo Alum. Publ	18,2
Consumo comercial	14,1
Otros consumos	20,1
Total	262
Tasa de crecimiento	18,6

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** El mayor consumidor representa el 59% de la carga que es 155.3 GWH seguido del consumo residencial 21% con carga de 54.3 GWH, y la diferencia se reparte para el sector comercial, alumbrado público, y otros consumos que son el 5%, 7% y 8% respectivamente.

- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** La carga para el sector industrial sigue incrementándose que de 119.9 GWH del año pasado a 155.3 GWH.

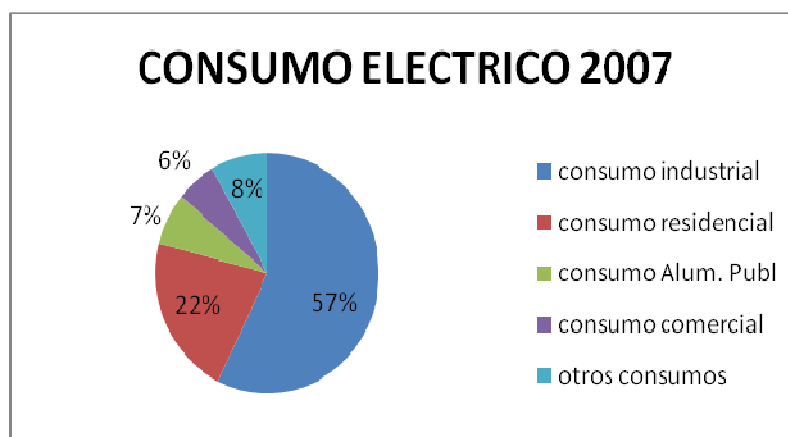
Teniendo una tasa de incremento general de un 18.6% en su carga general.

### 8.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2007.

CONSUMO 2007(GWH)	ELEPCO
Consumo industrial	155,7
Consumo residencial	59
Consumo Alum. Publ	19
Consumo comercial	15,8
Otros consumos	22,4
Total	271,9
Tasa de crecimiento	3.8

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

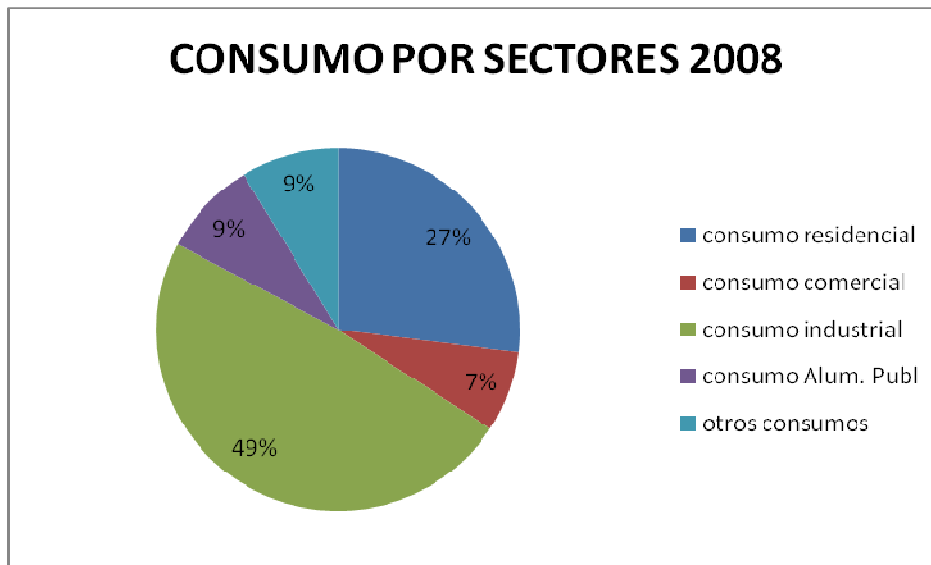
- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** La Empresa Eléctrica Provincial Cotopaxi durante el año 2007 las cargas eléctricas se ha repartido de la siguiente manera, el 57% para el sector industrial con un gasto de 155.7 GWH, para el sector residencial un gasto de 59 GWH paralelo a el 22%, compartiendo el 7% y 6% en alumbrado público y consumo comercial con una carga de 19 GWH, 15.8 GWH respectivamente, finalmente en otros gastos se tiene el 8% que equipara 22.4 GWH.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Se tuvo durante el año una carga 271.9 GWH siendo el mayor consumidor de energía el sector industrial, con una tasa de crecimiento general de 3.8%.

#### 9.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2008.

CONSUMO ELEPCO 2008 (GWH)	
Consumo industrial	112,9
Consumo residencial	63,4
Consumo Alum. Publ	19,4
Consumo comercial	16,7
Otros consumos	20
Total	232,4
Tasa de crecimiento	-14,5

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

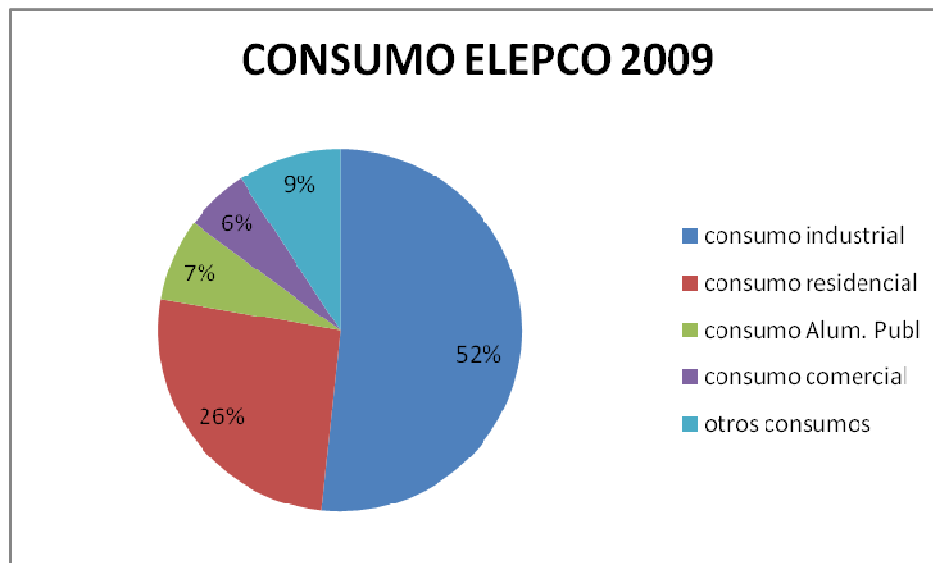
- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** El 49% de la energía eléctrica en el año 2008 es absorbida por el consumo industrial, seguida del consumo residencial con un 27% y consumiendo en menor proporción el sector industrial con un 7% e igualando sus consumos el alumbrado público y otros en el 9% para cada uno.
- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** El mayor consumo sigue siendo el sector industrial seguido del sector residencial y en una minoría comparten el comercial, alumbrado Público y otros, pero sin embargo este año ha tenido una tasa de decrecimiento igual a -14.5% en comparación a el consumo de carga eléctrica con el anterior año.

**10.-Consumo sectorial de la carga eléctrica en el período 2009 mediante datos pronósticos.**

CONSUMO ELEPCO 2009 (GWH)	
Consumo industrial	117,7
consumo residencial	65,3
consumo Alum. Publ	20,5
consumo comercial	17,4
otros consumos	21,1
TOTAL	242.1
Tasa de crecimiento	4,2

FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo



FUENTE: ELEPCO

ELABORADO POR: Olovacha Santiago / Mora Gustavo

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS.** Se observa que el 52% de la carga de ELEPCO es decir 117.7 GWH es para el sector

industrial, el consumo residencial representa un 26% que equivale a 65.3 GWH mientras que otros consumos como robos, perdidas por los conductores abarca una 9% es decir 21,1 GWH siguiéndole el consumo por alumbrado público de 20.5 GWH representando el 7% de la carga y finalmente el consumo por el sector comercial de 17,4 GWH equivalente a el 6%.

- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.** Es evidente que la mayor parte de la carga eléctrica se consume en el sector industrial debido a una gran presencia de fabricas que están localizadas dentro de la provincia Cotopaxi.

En este año se ha tenido un crecimiento de consumo de energía eléctrica de 4.2 GWH en su carga general.

## Anexo G

### Advierten de peligrosos niveles de radiación solar en Ecuador

QUITO | AP

La Agencia Espacial Civil Ecuatoriana difundió este miércoles un estudio para alertar sobre los niveles de radiación solar que recibe Ecuador y que son muy superiores a los considerados seguros para la salud humana.

Nuestra posición geográfica hace que la luz solar pase por menos atmósfera. Aquí la luz cae perpendicularmente y obviamente la radiación también. A medida que un país está más hacia el sur o más hacia el norte los rayos caen con una inclinación y pasan a través de más atmósfera, explicó a la AP, Ronnie Nader, director de operaciones espaciales de esa agencia espacial no gubernamental.

Las mediciones e investigaciones que recoge el Informe Hiperión prueban que existe un gran debilitamiento de la capa de ozono sobre latitudes ecuatoriales y en consecuencia el territorio ecuatoriano recibe niveles de radiación ultravioleta muy superiores al máximo establecido como seguro o tolerable para la salud humana, indicó un comunicado de la agencia. Detalló que los niveles de radiación detectados superan los 24 UVI (índice ultravioleta) para Quito y 14 UVI para Guayaquil, la ciudad más grande del país, cuando la Organización Mundial de la Salud y la Organización Meteorológica Mundial han establecido que el máximo tolerable para la exposición humana es 11 UVI.

El informe menciona que aunque las mediciones se realizaron en Ecuador, las imágenes de satélite indican que Colombia y Perú también están recibiendo niveles extremos de radiación ultravioleta. El estudio, que se desarrolló durante un año, se realizó en base a imágenes de 10 satélites e instrumentos de la Agencia Espacial de Estados Unidos

(NASA), la Agencia Ambiental Canadiense (ESA), el Instituto Meteorológico de Holanda (KNMI), el Centro Aeroespacial Alemán (DLR) y 2 estaciones climatológicas de la Agencia Espacial Ecuatoriana ubicadas en territorio nacional.

La exposición solar en esos términos representa un potencial riesgo para la población a mediano plazo porque puede producir cáncer de piel, diversos tipos de ceguera y debilitamiento del sistema inmunológico, explicó. Se puede decir que es riesgoso vivir en Ecuador pero con información ese riesgo puede atenuarse si la gente sabe cuál es el nivel de radiación y qué precauciones tomar, dijo Nader, astronauta formado en el Centro de Entrenamiento de Cosmonautas Yuri Gagarin, de Rusia.

Explicó que la Agencia puso en marcha una red de alerta a través de internet donde se muestra el nivel de peligrosidad de la radiación y recomendaciones, pero las mediciones son solo de Quito y Guayaquil, que representan el 28% de la población del país de casi 14 millones de habitantes. La Agencia hizo un llamado al gobierno ecuatoriano para que intervenga urgentemente en la protección de la población y recomendó algunos temas para reducir la vulnerabilidad como cambiar horarios de los recreos en las escuelas y colegios, levantar restricciones sobre el uso de películas antisolares en los vehículos y usar bloqueadores con alta protección solar.

La rutina de vida como la conocíamos terminó y debemos aprender a adaptarnos a eso si no queremos sufrir tragedias personales, dijo Nader. Agregó que el informe ya está en manos del presidente Rafael Correa y de la Fuerza Aérea a la espera de una respuesta.

Fuente: el diario el Universo publicado, MIÉRCOLES | 22 de octubre del 2008 | Guayaquil, Ecuador.

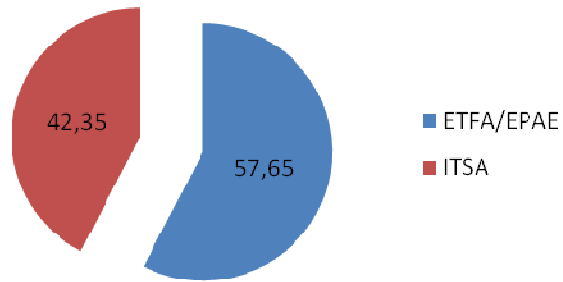


## Anexo H

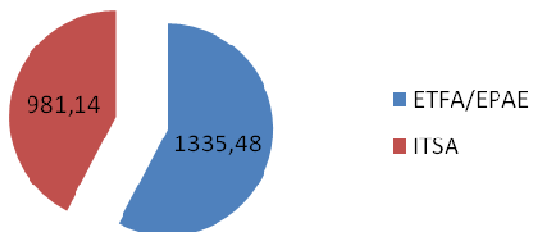
### Consumo eléctrico de las entidades que funcionan en el edificio.

Consumo mensual de cargas del ITSA/ETFA/EPAE		
	Porcentaje (%)	Valor calculado en dólares
ETFA/EPAE	57,65	1335,48
ITSA	42,35	981,14

#### Porcentaje del consumo mensual de cargas del establecimiento



#### Pago en dólares del consumo mensual de energía eléctrica en el establecimiento



ELABORADO POR: MORA GUSTAVO / OLOVACHA SANTIAGO

FUENTE: GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

## Anexo I

### Información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE

#### ITSA

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20días Fact utiliz 0,5
<b>Rectorado</b>	4	Lámp. Flures. 2X40w	80	320	7	2,24	22,40
	1	Lámp. Flures. 2X40w	40	40	1	0,04	0,40
	1	PC portátil	25	25	3	0,08	0,75
	1	Secadora de manos	1000	1000	0,05	0,05	0,50
<b>Vicerrector académico</b>	3	Lámp. Flures. 2X40w	80	240	7	1,68	16,80
	1	Copiadora	200	200	1	0,20	2,00
	1	PC personal	100	100	6	0,60	6,00
<b>Sala de sesiones</b>	3	Lámp. Flures. 2X40w	80	240	7	1,68	16,80
	1	Pantalla eléctrica	60	60	0,05	0,00	0,03
<b>Ayudantía</b>	1	Lámp. Flures. 2X40w	80	80	7	0,56	5,60
	1	PC personal	100	100	6	0,60	6,00
	1	Cafetera	500	500	1	0,50	5,00
<b>Alumbrado Pasillo</b>	10	Lámparas exteriores	150	1500	12	18,00	180,00
	2	Reflectores 1500w c/u	1500	3000	2	6,00	60,00
<b>Corredor campo de Marte</b>	14	Lámp. Flures. 2X40w	80	1120	4	4,48	44,80
	5	Reflectores 1500w c/u	1500	7500	3	22,50	225,00
<b>Bloque 41</b>	12	Lámp. Flures. 2X40w	80	960	4	3,84	38,40
<b>Taller de suelda</b>	1	Soldadora eléctrica	5500	5500	2	11,00	110,00
	1	Suelda de punto	2500	2500	2	5,00	50,00
<b>Canchones</b>	17	Focos de 60w	60	1020	5	5,10	51,00
	2	Ducha eléctrica	5400	10800	0,05	0,54	5,40
	4	Lámp. Fluoresc. 1X40w	40	160	5	0,80	8,00
	34	Focos de 60w	60	2040	5	10,20	102,00
	2	Tanques termostatos	3000	6000	5	30,00	300,00
<b>Vicerr. Administ</b>	4	PC personal	100	400	7	2,80	28,00
	4	Lámp. Fluoresc. 1X40w	80	320	7	2,24	22,40
	1	Cafetera	500	500	4	2,00	20,00
	1	Radio	100	100	4	0,40	4,00
<b>Hall</b>	8	Lámp. Fluoresc. 1X40w	80	640	7	4,48	44,80

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**

**ITSA**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO KwH/DÍA	KwH-MES 20días Fact utiliz 0,5
<b>Dpto. Carreras</b>	12	Lámp. Fluoresc. 1X40w	80	960	7	6,72	67,20
	7	PC personal	100	700	7	4,90	49,00
	1	Equipo de sonido	100	100	4	0,40	4,00
<b>Baños</b>	2	Lámp. Fluoresc. 1X40w	80	160	7	1,12	11,20
	1	Lámp. Fluoresc. 1X40w	40	40	7	0,28	2,80
	2	Extractores de olores	40	80	1	0,08	0,80
	1	Secadora de manos	1500	1500	2	3,00	30,00
<b>Vicerrect. Invest.</b>	7	PC personal	100	700	7	4,90	49,00
	1	Copiadora	200	200	1	0,20	2,00
	1	Radio	100	100	4	0,40	4,00
<b>Sistema de información</b>	6	Lámp. Flures. 2X40w	80	480	7	3,36	33,60
	1	Central de redes	400	400	7	2,80	28,00
	5	PC personal	100	500	7	3,50	35,00
<b>Finanzas</b>	8	Lámp. Flures. 2X40w	80	640	7	4,48	44,80
	5	PC personal	100	500	7	3,50	35,00
<b>Papelería</b>	4	PC personal	100	400	7	2,80	28,00
	2	Copiadora	200	400	7	2,80	28,00
	4	Lámp. Flures. 2X40w	800	3200	7	22,40	224,00
<b>Biblioteca</b>	45	Lámp. Flures. 2X40w	80	3600	12	43,20	432,00
	3	PC personal	100	300	12	3,60	36,00
<b>Secretaría Gral.</b>	6	Lámp. Flures. 2X40w	80	480	7	3,36	33,60
	5	PC personal	100	500	7	3,50	35,00
<b>Personal ITSA</b>	6	Lámp. Flures. 2X40w	80	480	7	3,36	33,60
	3	PC personal	100	300	7	2,10	21,00
<b>Aulas (6x32)</b>	192	Lámp. Flures. 2X40w	80	15360	10	153,60	1536,00
<b>Hall</b>	20	Lámp. Flures. 2X40w	80	1600	12	19,20	192,00
<b>Lab Inglés 6</b>	50	PC personal	100	5000	7	35,00	350,00
<b>Baño damas</b>	3	Lámp. Flures. 2X40w	80	240	12	2,88	28,80
	1	Secadora de manos	1000	1000	2	2,00	20,00

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**

**ITSA**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO KwH/DÍA	KwH-MES 20días Fact utiliz 0,5
Hall	22	Lámp. Flures. 2X40w	80	1760	12	21,12	211,20
Lab Internet	14	Lámp. Flures. 2X40w	80	1120	12	13,44	134,40
	12	PC personal	100	1200	12	14,40	144,00
Salón múltiple	3	Focos de 60w	60	180	7	1,26	12,60
	1	Cafetera	500	500	2	1,00	10,00
	1	Refrigeradora	560	560	4	2,24	22,40
	1	uOndas	400	400	2	0,80	8,00
	1	Equipo de sonido	200	200	1	0,20	2,00
	23	Lámp. Flures. 2X40w	80	1840	4	7,36	73,60
Mecánica 4to	13	Lámp. Flures. 2X40w	80	1040	7	7,28	72,80
	1	Secadora de manos	1000	1000	2	2,00	20,00
Lab Redes	4	PC personal	100	400	7	2,80	28,00
Lab Comp	10	PC personal	100	1000	7	7,00	70,00
	1	Reg. Voltage	1000	1000	4	4,00	40,00
Lab Electrón 1.15	12	Lámp. Flures. 2X40w	80	960	7	6,72	67,20
	1	Fuentes	1000	1000	7	7,00	70,00
Lab Electrón 1.16	12	Lámp. Flures. 2X40w	80	960	7	6,72	67,20
	1	Fuentes	1000	1000	7	7,00	70,00
Auditórium	8	Focos de 25w	25	200	4	0,80	8,00
	1	Secadora de manos	1000	1000	2	2,00	20,00
	4	Focos de 60w	60	240	2	0,48	4,80
	46	Lámp. Flures. 2X40w	20	920	2	1,84	18,40
	12	Focos de 75w	75	900	2	1,80	18,00
	7	Focos de 60w	60	420	2	0,84	8,40
Bar ITSA	22	Lámp. Flures. 2X40w	80	1760	12	21,12	211,20
	1	Extractores de olores	746	746	2	1,49	14,92
	2	Planchas eléctricas	1193,6	2387,2	4	9,55	95,49
	1	Congelador	460	460	4	1,84	18,40
Planta baja	23	Lámp. Flures. 2X40w	80	1840	12	22,08	220,80

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**

**ITSA**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20días Fact utiliz 0,5
<b>Lab 1.1-4</b>	40	Lámp. Flures. 2X40w	80	3200	10	32,00	320,00
	2	PC personal	100	200	7	1,40	14,00
<b>Aulas 1.7-14</b>	28	Lámp. Flures. 2X40w	80	2240	10	22,40	224,00
<b>Ascensores</b>	2	Ascensores	28	56	1	0,06	0,56
							<b>7426,0</b>

**ETFA/EPAE**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7
<b>Dirección</b>	3	Lámp. Fluores. 2X40w	80	240	7	1,68	16,80
	1	Focos de 60w	60	60	0,5	0,03	0,30
	1	PC portátil	25	25	3	0,08	0,75
	1	Fáx	25	25	0,5	0,01	0,13
	1	Radio	10	10	3	0,03	0,30
<b>Secretaría</b>	2	Lámp. Fluores. 2X40w	80	160	7	1,12	11,20
	1	PC personal	100	100	6	0,60	6,00
	1	Radio	10	10	3	0,03	0,30
	1	Cafetera	500	500	1	0,50	5,00
<b>Oficina ETFA</b>	17	Lámp. Fluores. 2X40w	80	1360	7	9,52	95,20
	12	PC personal	100	1200	6	7,20	72,00
	1	PC portátil	25	25	3	0,08	0,75
	1	Copiadora	200	200	1	0,20	2,00
	1	Cafetera	500	500	1	0,50	5,00
<b>Dpto. Académico</b>	12	Lámp. Fluores. 2X40w	80	960	7	6,72	67,20
	11	PC personal	100	1100	6	6,60	66,00

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**  
**ETFPA/EPAE**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7
<b>AET</b>	10	Lámp. Fluores. 2X40w	80	800	7	5,60	56,00
	17	PC personal	400	6800	6	40,80	408,00
	1	Copiadora	200	200	1	0,20	2,00
<b>ETFPA 3er piso c.</b>	7	Lámp. Fluores. 2X40w	80	560	7	3,92	39,20
	2	Dicrónicos	40	80	1	0,08	0,80
<b>Finanzas</b>	2	Lámp. Fluores. 2X40w	80	160	7	1,12	11,20
	2	PC personal	100	200	6	1,20	12,00
<b>Central Tlf</b>	4	Lámp. Fluores. 2X40w	80	320	7	2,24	22,40
	6	PC personal	100	600	8	4,80	48,00
	1	Central telefónica	500	500	8	4,00	40,00
<b>Lab Informática</b>	6	Lámp. Fluores. 2X40w	80	480	7	3,36	33,60
	15	PC personal	100	1500	7	10,50	105,00
<b>RR. HH.</b>	2	Lámp. Fluores. 2X40w	80	160	7	1,12	11,20
	3	PC personal	100	300	7	2,10	21,00
<b>Aulas GAM</b>	24	Lámp. Fluores. 2X40w	80	1920	8	15,36	153,60
	2	Lámp. Fluores. 2X40w	80	160	8	1,28	12,80
	1	Secadora de manos	100	100	0,5	0,05	5,00
<b>Cocina</b>	1	Bomba agua	2238	2238	4	8,95	187,99
	1	Tanque termostato	3000	3000	4	12,00	180,00
	2	Cuartos fríos	900	1800	4	7,20	151,20
	1	Ducha eléctrica	5400	5400	0,5	2,70	40,50
	1	Focos de 60w	60	60	3	0,18	2,70
	2	Lámp. Fluores. 1X40w	40	80	3	0,24	3,60
	1	Batidora	746	746	0,5	0,37	5,60
	4	Focos de 60w	60	240	3	0,72	10,80
	1	Licuadaora	1119	1119	0,5	0,56	8,39
	1	PC personal	100	100	2	0,20	3,00
	1	Olla marmita	24000	24000	4	96,00	2016,00

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**  
**ETF/EPAE**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7
	1	Extractor de cocina industrial	746	746	1	0,75	15,67
	1	Equipo de sonido	100	100	1	0,10	1,50
	4	Pozos de comida caliente	3000	12000	0,5	6,00	90,00
	1	Triturador de desperdicios	2238	2238	1	2,24	47,00
	1	Juguera	746	746	1	0,75	11,19
	44	Lámp. Fluores. 2X40w	80	3520	4	14,08	211,20
	1	Lavadora de vajillas	746	746	2	1,49	22,38
	2	Tanque termostato	1500	3000	6	18,00	270,00
	1	Lámp. Fluores. 1X40w	40	40	3	0,12	1,80
	1	Tv pantalla grande	230	230	4	0,92	13,80
	10	Focos de 60w	60	600	4	2,40	36,00
<b>Villa (comando)</b>	1	Tanque termostato	3000	3000	4	12,00	252,00
	11	Lámp. Fluores. 2X40w	80	880	4	3,52	73,92
	18	Focos de 60w	60	1080	4	4,32	90,72
	1	Lavadora de ropa	800	800	2	1,60	33,60
	1	Tv pequeño	100	100	4	0,40	4,00
<b>Panadería</b>	1	Tanque termostato	1500	1500	4	6,00	60,00
	1	Congelador	560	560	3	1,68	16,80
	1	Batidora	373	373	2	0,75	7,46
	1	Amasadora	2238	2238	2	4,48	44,76
	8	Lámp. Fluores. 2X40w	80	640	6	3,84	38,40
<b>Sastrería/zapat</b>	1	Esmeril	746	746	0,5	0,37	3,73
	8	Lámp. Fluores. 2X40w	80	640	7	4,48	44,80
	3	Maquinas de coser	370	1110	4	4,44	44,40
	1	Radio	100	100	7	0,70	7,00
<b>Carpintería</b>	8	Lámp. Fluores. 2X40w	80	640	7	4,48	44,80

**Continuación de (Anexo I)**  
**información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**  
**ETFA/EPAE**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7
	1	Sierra circular	2238	2238	1	2,24	22,38
	1	Lijadora	1492	1492	1	1,49	14,92
	1	Compresor	373	373	1	0,37	3,73
	1	Tupì	69	69	0,25	0,02	0,17
	1	Radio	100	100	7	0,70	7,00
<b>Canchón 3</b>	24	Lámp. Fluores. 2X40w	80	1920	5	9,60	120,00
	10	Focos de 60w	60	600	5	3,00	37,50
	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
<b>Oficial de Guardia</b>	5	Lámp. Fluores. 2X40w	80	400	5	2,00	25,00
	1	Ducha eléctrica	3000	3000	1	3,00	37,50
	1	Focos de 60w	60	60	4	0,24	3,00
<b>Canchón 5</b>	2	Tanque termostato	3000	6000	5	30,00	375,00
	26	Focos de 60w	60	1560	5	7,80	97,50
<b>Canchón 11</b>	2	Tanque termostato	3000	6000	5	30,00	375,00
	36	Focos de 60w	60	2160	5	10,80	135,00
<b>Canchón 16</b>	2	Tanque termostato	3000	6000	5	30,00	375,00
	36	Focos de 60w	60	2160	5	10,80	135,00
<b>Canchón 7</b>	2	Tanque termostato	3000	6000	5	30,00	375,00
	34	Focos de 60w	60	2040	5	10,20	127,50
<b>Canchón 13</b>	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
	34	Focos de 60w	60	2040	5	10,20	127,50
<b>Canchón 9</b>	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
	34	Focos de 60w	60	2040	5	10,20	127,50
<b>Canchón 6</b>	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
	10	Focos de 60w	60	600	5	3,00	37,50
	12	Lámp. Fluores. 2X40w	80	960	5	4,80	60,00
<b>Canchón 10</b>	12	Lámp. Fluores. 2X40w	80	960	5	4,80	60,00
	22	Focos de 60w	60	1320	5	6,60	82,50



**Continuación de (Anexo I)**  
**Información acerca de las cargas del ITSA y de todo el establecimiento**  
**DETALLES, ANÁLISIS EN INTERPRETACIONES DEL EDIFICIO QUE**  
**ABARCA LAS INSTITUCIONES ITSA, ETFA/EPAE**  
**ETFA/EPAE**

LUGAR	CANT	DESCRIPCIÓN	POT UNIT (W)	POT T (W)	CONSUMO HORAS/DÍA	CONSUMO Kwh/DÍA	Kwh-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7
	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
<b>Canchón 12</b>	1	Tanque termostato	3000	3000	5	15,00	187,50
	34	Focos de 60w	60	2040	5	10,20	127,50
<b>Casino</b>	42	Lámp. Fluores. 2X40w	80	3360	4	13,44	134,40
	15	Focos de 60w	60	900	4	3,60	36,00
	1	Refrigeradora	560	560	5	2,80	28,00
	1	Congelador	560	560	5	2,80	28,00
	1	Secadora de manos	1000	1000	2	2,00	20,00
<b>Peluquería</b>	2	Reflectores	1500	3000	4	12,00	120,00
	11	Lámparas alumbrado público	150	1650	12	19,80	198,00
	4	Lámp. Fluores. 2X40w	80	320	6	1,92	19,20
	2	Lámp. Fluores. 2X110w	220	440	6	2,64	26,40
	1	Focos de 60w	60	60	4	0,24	2,40
	1	Secadora de manos	1000	1000	1	1,00	10,00
<b>Villas exteriores</b>	1	Consumo promedio	1	1	1	0,00	200,00
<b>Prevención 2</b>	2	Focos de 60w	60	120	12	1,44	21,60
	1	Motor 1/4 HP	186,5	186,5	0,5	0,09	1,40
<b>Prevención 1</b>	2	Focos de 60w	60	120	12	1,44	21,60
	1	Central telefónica	40	40	12	0,48	7,20
<b>Imprenta</b>	12	Lámp. Fluores. 2X40w	80	960	7	6,72	67,20
	2	Copiadora	40	80	7	0,56	5,60
	1	Guillotina	510	510	2	1,02	10,00
	1	PC personal	3	3	4	0,01	4,00
	1	Extractor	73	73	2	0,15	7,46
						subtotal	<b>10409,59</b>

**Continuación Anexo I**

**Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda  
en el consumo eléctrico de todo el Establecimiento en el ITSA**

<b>LUGAR</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>CANTIDAD EN %</b>	<b>KwH-MES 20días Fact utiliz 0,5</b>	<b>% KwH Mes en 0,5fact</b>
Alumbrado	10	1,19	180,00	2,45
Ascensores	2	0,24	0,56	0,01
Auditórium	8	0,95	8,00	0,11
Aulas	220	26,13	1760,00	23,92
Ayudantía	3	0,36	16,60	0,23
Baños	13	1,54	132,80	1,81
Bar ITSA	26	3,09	340,01	4,62
Biblioteca	48	5,70	468,00	6,36
Bloque 41	12	1,43	38,40	0,52
Canchones	59	7,01	466,40	6,34
Corredor campo de Marte	19	2,26	269,80	3,67
Dpto. Carreras	20	2,38	120,20	1,63
Esc. Idiomas	4	0,48	43,20	0,59
Finanzas	13	1,54	79,80	1,08
Hall	50	5,94	448,00	6,09
Laboratorios	183	21,73	1605,20	21,82
Mecánica	18	2,14	115,20	1,57
Papelería	10	1,19	280,00	3,81
Pasillo	2	0,24	60,00	0,82
Personal ITSA	9	1,07	54,60	0,74
Planta baja	23	2,73	220,80	3,00
Rectorado	7	0,83	24,05	0,33
Sala de sesiones	4	0,48	16,83	0,23

### Continuación Anexo I

#### Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda en el consumo eléctrico de todo el Establecimiento en el ITSA

LUGAR	CANTIDAD	CANTIDAD EN %	KwH-MES 20días Fact utiliz 0,5	% KwH Mes en 0,5fact
Salón múltiple	30	3,56	128,60	1,75
Secretaría Gral.	11	1,31	68,60	0,93
Sist. De informac	12	1,43	96,60	1,31
Taller de suelda	2	0,24	160,00	2,17
Vicerr. Administ	10	1,19	74,40	1,01
Vicerrect. Invest.	9	1,07	55,00	0,75
Vicerrector académico	5	0,59	24,80	0,34
	842	100,00	7356,45	100,00

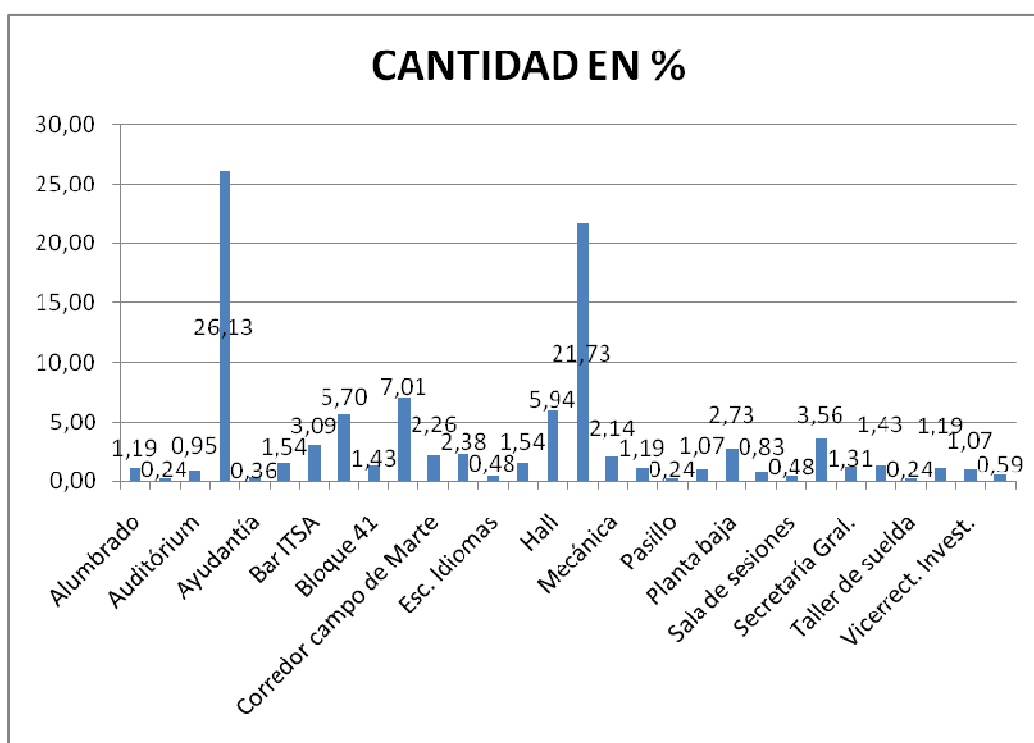
**ELABORADO POR:** MORA GUSTAVO / OLOVACHA SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

### Continuación Anexo I

## Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda en el consumo eléctrico de todo el Establecimiento en el ITSA

1.- Consumo en kw/h de la carga eléctrica de cada lugar del ITSA.



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA

TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

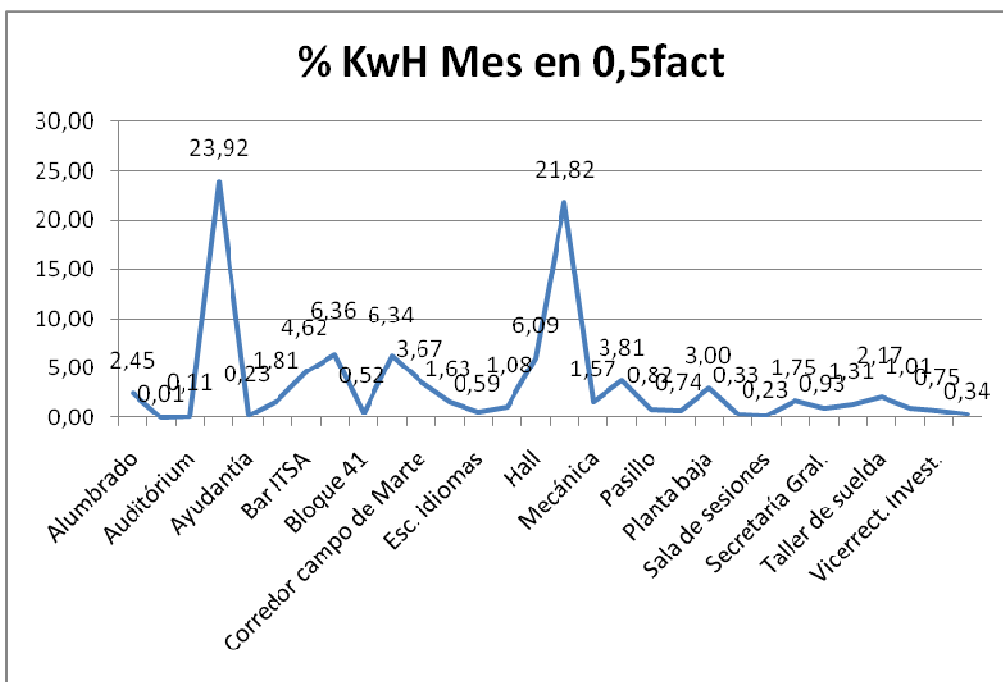
#### ➤ ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:

Se puede mirar que en las aulas y en los laboratorios es donde mayor demanda eléctrica existe en lo que respecta al ITSA, las aulas con 220 elementos entre todas sus aulas se lleva el 26,13% mientras que los laboratorios con el 21,73% tiene 183 unidades que necesitan de electricidad para funcionar.

Se ve también que los ascensores, el pasillo y el taller de suelda son los que menos demanda tienen ya que tienen una cantidad de 2 en cada uno, por ejemplo los 2 ascensores tienen el 0,24% de todas las cantidades mostradas del ITSA.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

Las aulas (6x32) y las aulas 1.7-14 son las que mayor carga eléctrica tienen en todo el ITSA, puesto que todas deben tener la suficiente iluminación por el hecho de ser aulas, cada una tiene más de dos lámparas fluorescentes de 2x40w, así como los laboratorios debido a las fuentes, PCs, lámparas también de 2x40w así como reguladores, etc.



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

En la línea muestra las categorías ordenadas según el porcentaje en kWh en mes con una factibilidad del 50%; las aulas con un 23,92% los laboratorios todos con un porcentaje total de 21,82%; siguiéndole la biblioteca y los canchones, con el 6,36% y con el 6,34% respectivamente. Los halls tienen el 6,09% donde le sigue el bar ITSA con 4,62%, y casi le alcanza la papelería con el 3,81% de uso en kWh por mes.

Se nota que así como no se permite el uso de los ascensores a los estudiantes del ITSA, son estos los que con un 0,01% de consumo en kWh al mes tienen el menor consumo de todo el ITSA.

Se puede ver que el alumbrado, auditorium, ayudantía, todos los baños entre los de estudiantes hombres y mujeres, así como los de personal ITSA; el bloque 41, el corredor Campo de Marte, el Dpto. de Carreras, la Escuela de Idiomas, Finanzas, Mecánica, los pasillos, Personal ITSA, planta baja, Rectorado, Sala de Sesiones, Salón Múltiple, la Secretaría Gral., el Sistema de información, el Taller de Suelta, el Vicerrectorado Administrativo, el Vicerrectorado Investigativo y el Vicerrectorado académico; son los que tienen el menor consumo en kWh al Mes con una factibilidad del 0,5.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

Es evidente que la menor demanda de kWh al Mes tienen las autoridades, el personal administrativo, en sí todo el ITSA; los lugares que si tienen un alto nivel de consumo al mes son los sitios que son apropiados para el aprendizaje y enseñanza de las distintas carreras, como las aulas y laboratorios.

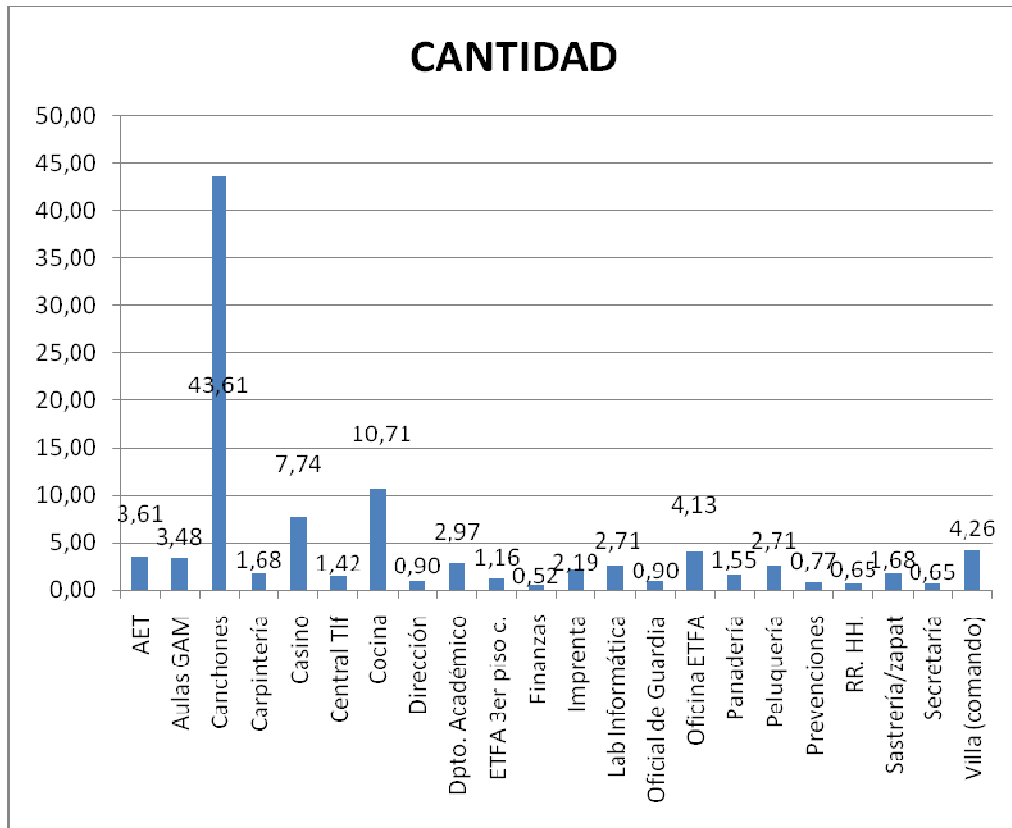
**Análisis e interpretación de resultados de la proyección de la demanda en el consumo eléctrico de todo el Establecimiento en el ETFA/EPAE**

LUGAR	CANTIDAD	CANTIDAD EN %	KwH-MES 20-25-30 días Fact utiliz 0,5-0,7	% KwH Mes en 0,5-0,7fact
AET	28	3,61	466	4,48
Aulas GAM	27	3,48	171,4	1,65
Canchones	338	43,61	3900	37,47
Carpintería	13	1,68	93,0025	0,89
Casino	60	7,74	246,4	2,37
Central Tlf	11	1,42	110,4	1,06
Cocina	83	10,71	3330,316	31,99
Dirección	7	0,90	18,275	0,18
Dpto. Académico	23	2,97	133,2	1,28
ETFAs 3er piso c.	9	1,16	40	0,38
Finanzas	4	0,52	23,2	0,22
Imprenta	17	2,19	94,26	0,91
Lab Informática	21	2,71	138,6	1,33
Oficial de Guardia	7	0,90	65,5	0,63
Oficina ETFA	32	4,13	174,95	1,68
Panadería	12	1,55	167,42	1,61
Peluquería	21	2,71	376	3,61
Previsiones	6	0,77	51,8	0,50
RR. HH.	5	0,65	32,2	0,31
Sastrería/zapat	13	1,68	99,93	0,96
Secretaría	5	0,65	22,5	0,22
Villa (comando)	33	4,26	654,24	6,28
	775	100,00	10409,59	100,00

**ELABORADO POR: MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS**

**OLOVACHA TOAPANTA WILSON SANTIAGO**

**FUENTE: GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123**



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA

**TOAPANTA WILSON SANTIAGO**

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

En ETFA y EPAE se destaca Finanzas porque a pesar de sus funciones tiene menor número de cosas eléctricas, obteniendo el 0,52% de detalles por lugar.

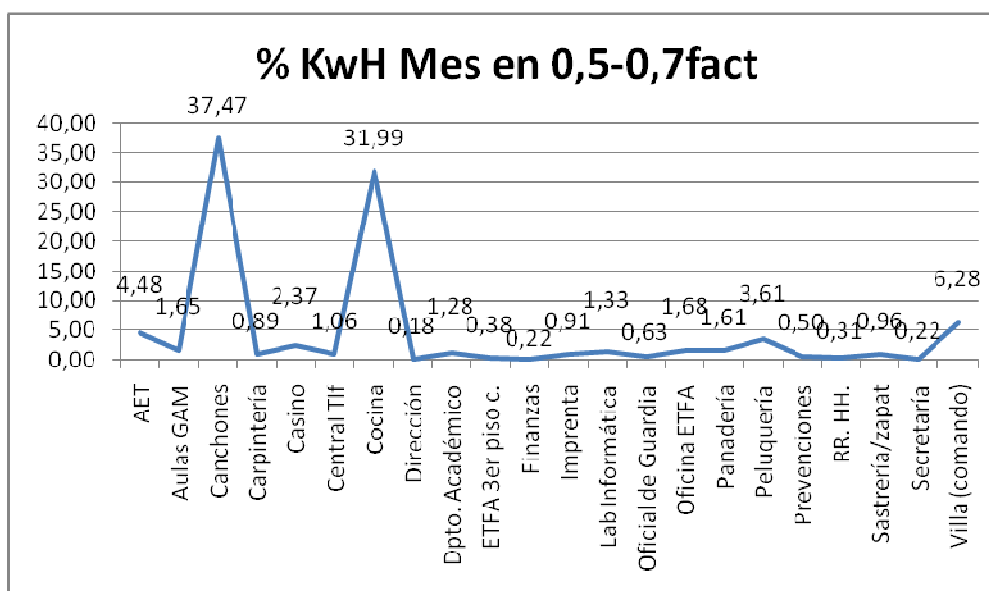
Se observa que los canchones son los que más cantidad de detalles tienen en todo lo que es ETFA y EPAE, justamente por lo que los militares tienen sus villas junto a los canchones, constando el uso de termostatos, mayor número de focos de 60w y lámparas fluorescentes de 2x40w, cada uno con un buen grado de consumo de horas al día, por lo tanto podemos ver que los canchones tienen el 43,61% de los detalles usados al mes con una



factibilidad del 50 al 70%; y como aquí se tiene vida netamente militar tiene su propia cocina con cuartos fríos, lámparas, tv pantalla grande, licuadora, batidora, tanque termostato, una olla marmita que demanda mucha corriente para su uso diario, entre muchas otras cosas, la cocina tiene el 10,71% de detalles que necesitan electricidad para su utilidad.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

Es notable que los canchones, la cocina y el Casino, tienen la mayor cantidad de cosas electricas.



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

A juzgar la línea de categorías ordenadas se observa que los canchones son los que mayor uso kWh con factibilidad del 50 al 70% al mes tienen, por lo que se nota que el 37,47% es de los canchones, la cocina tiene el segundo

lugar de más consumo eléctrico al mes con el 31,99%; siguiéndoles la Villa (comando), el AET porque es donde mayor cantidad de PC personales hay con un alto consumo de horas al día y la peluquería, cada uno con 6,28% 4,48% y 3,61% respectivamente.

La Dirección es el lugar en donde menor consumo hay en kWh al mes en el ETFA/EPAE.

Las Aulas GAM, carpintería, Central Tlf, Dpto. Académico, ETFA 3er piso c., Finanzas, imprenta, laboratorio informática, Oficial de guardia, oficina ETFA, panadería, prevenciones, RR. HH., sastrería/zapat, Secretaría; son los lugares que menor consumo han demostrado tener al mes.

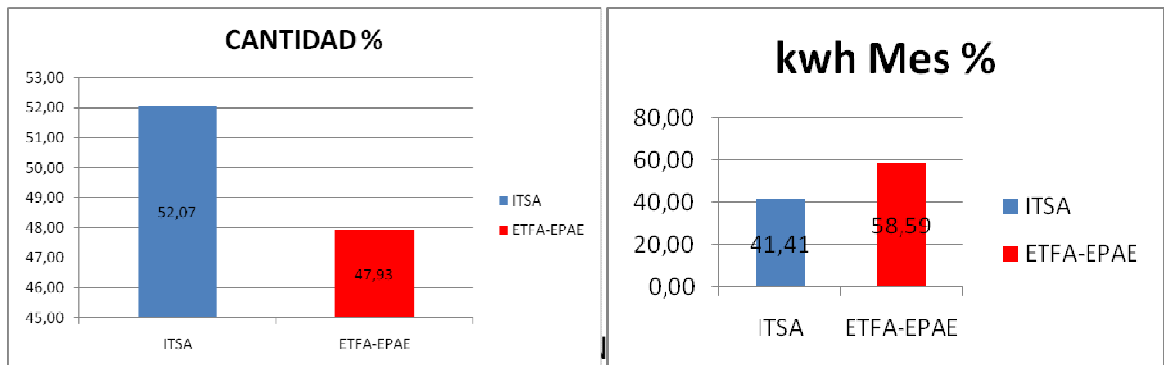
➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

Por lo tanto los canchones y la cocina son los lugares en donde mayor demanda eléctrica hay, debido a la vida militar. Siguiéndole la Villa (comando), el AET, la peluquería debido a las lámparas de alumbrado público así como otras cosas y el Casino, son los que tienen un alto consumo de kWh al mes en ese rango.

	CANTIDAD	CANTIDAD %	Kwh Mes con factor de factibilidad	kwh Mes %
ITSA	842	52,07	7356,45	41,41
ETFAs-EPAsE	775	47,93	10409,59	58,59
Establecimiento	1617	100,00	17766,04	100,00

**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA

TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

En cantidad de unidades que necesitan de electricidad el ITSA tiene mayor número de cosas, ya que tiene 842 detalles con el 52,07% mientras que el ETFAs/EPAsE con el 47,93% tiene 775 elementos que necesitan electricidad. Pero en Kwh al mes con la factibilidad correspondiente el ITSA tiene el 41,41% y el ETFAs/EPAsE tienen un 58,59%, por el hecho de que con 7356,45Kwh y 10409,59Kwh tiene cada uno respectivamente.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

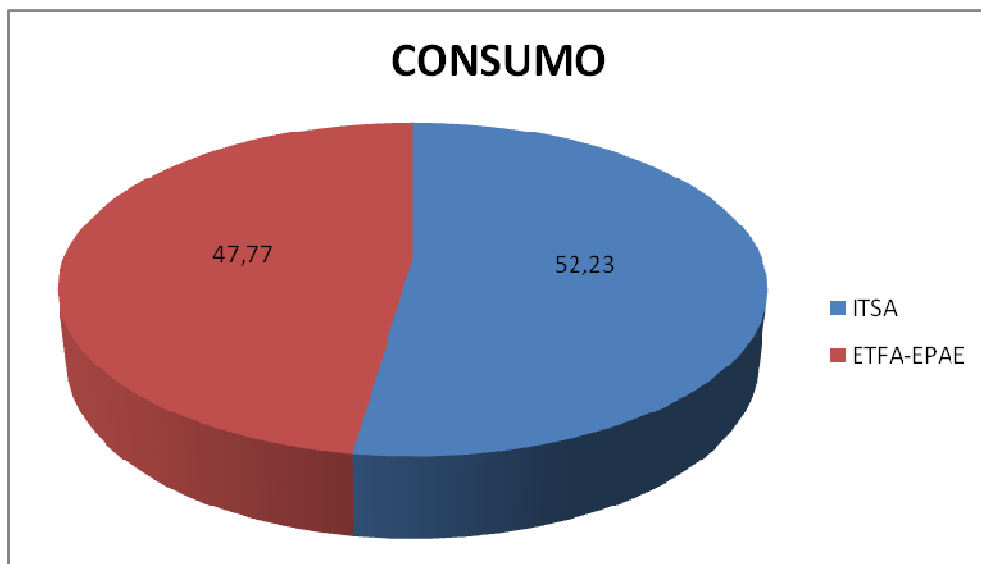
Aunque el ITSA tenga mayor número de unidades consume menos Kw en horas al día, o sea consume menos al mes; el ETFAs/EPAsE es el que a la final tiene mayor demanda eléctrica por más que tenga menos elementos que necesitan electricidad para su funcionamiento.

Aunque ya se sabe que ETFAs/EPAsE tiene mayor demanda eléctrica que el ITSA, se hace un estudio de consumo horas día para saber que parte de todo el establecimiento tiene mayor número de horas utilizando unidades eléctricas.

POR CONSUMO	ITSA	ETFA-EPAE	TOTAL
h/d	578,15	528,75	1106,9
%	52,23	47,77	100

**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Se puede ver claramente que el ITSA con 578 horas con 15 min tiene el 52,23%, y el ETFA/EPAE tiene 528,75; o sea 529 horas con 15 min el 47,77% al día.

¿Por qué hay más de 24h diarias de uso? Esto se da porque el estudio hecho es sumando las horas de todas las unidades del Establecimiento.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:**

El ITSA en el uso de horas diarias tiene mayor tiempo que ETFA/EPAE.

**INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS GENERALES EN EL ESTABLECIMIENTO:**

En todo el establecimiento los lugares que más consumo en Kwh al mes con su factor de factibilidad correspondiente son:

**ITSA** → Aulas, laboratorios, biblioteca canchones.

**ETFA/EPAE** → Canchones, cocina, Villa (comando), AET.

Detalle	LUGAR	Kwh Mes
Aulas	ITSA	1760,00
Laboratorios	ITSA	1605,20
Biblioteca	ITSA	468,00
Canchones	ITSA	466,40
Canchones	ETFA/EPAE	3900,00
Cocina	ETFA/EPAE	3330,32
Villa (comando)	ETFA/EPAE	654,24
AET	ETFA/EPAE	466,00
		12650,16

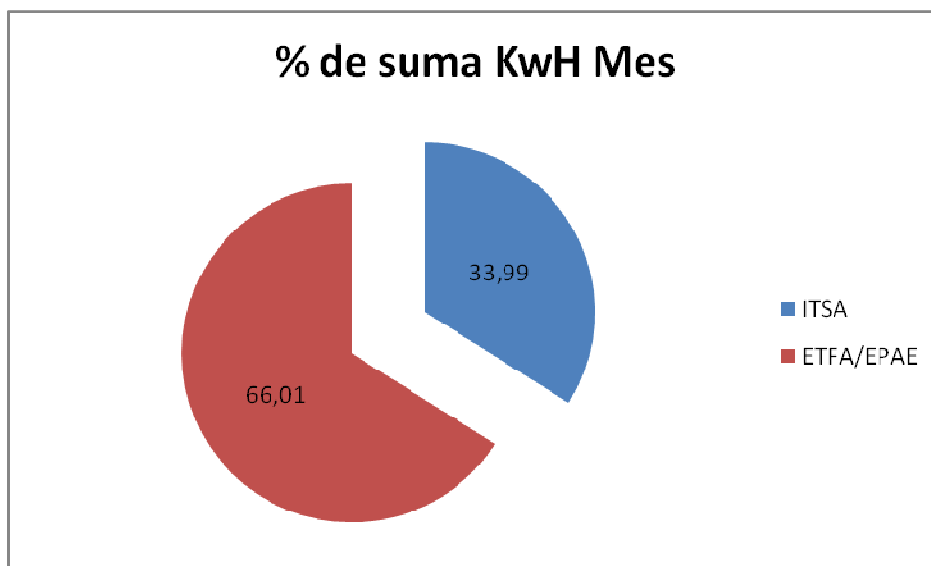
**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO

**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

Por lo tanto con el total de la suma de los detalles más altos de cada lugar, 12650,16Kwh al Mes con su factor de factibilidad tenemos:

Lugar	Suma Kwh Mes	% de suma Kwh Mes
ITSA	4299,60	33,99
ETFA/EPAE	8350,56	66,01
	12650,16	100,00

**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO  
**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123



**ELABORADO POR:** MORA RUIZ GUSTAVO ANDRÉS/OLOVACHA  
TOAPANTA WILSON SANTIAGO  
**FUENTE:** GRUPO ADMINISTRATIVO LOGÍSTICO 123

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Con las muestras escogidas de cada lugar se nota que el ITSA tiene menor consumo en Kwh al mes, ya que tiene el 33,99%, mientras que el ETFA/EPAE tiene el 66,01% de consumo eléctrico; tomando en cuenta a los detalles más altos de cada lugar.

- **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que la mayor demanda de energía eléctrica en el establecimiento es del ETFA/EPAE.

## Universo, Población y Muestra para el anexo J

**Universo.-** Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico.

**Población.-** Empleados y estudiantes civiles y militares.

**Muestra.-** Personal de Planta y estudiantes civiles y/o militares.

Durante el desarrollo del presente proyecto se tomaron en cuenta a todo el personal de planta que forma la Institución (autoridades, docentes, instructores, personal administrativo y de servicio), y a los estudiantes de las diferentes carreras de mecánica aeronáutica.

En el sentido de recolectar información sobre el tema de consultarles que tipo de energías alternativas se pueden implantar en la Institución.

### SELECCIÓN DE LA MUESTRA

La investigación propuesta se realizará en el Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico, en donde la población es todo el personal que conforma el ITSA.

Cuadro: Identificación de la población y muestra

INSTITUTO	Nº DE POBLACIÓN TOTAL	ERROR ADMISIBLE	TAMAÑO DE LA MUESTRA
ITSA	709	7%	49.63

### MUESTRA TOTAL

Cálculo de la muestra.

Para la obtención de la muestra se aplicará la siguiente fórmula.

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$



Datos:

n = Tamaño de la muestra.

m = Tamaño de la población

e = Error admisible

Cuadro: Personal de planta, Logística, Mecánica Aviones, Mecánica motores, Electrónica, Telemática, SAT

AUTORIDADES, ADMINISTRATIVOS, ESTUDIANTES Y DOCENTES.	SUB TOTAL
Personal de planta	20
Logística	74
Mecánica Aviones	113
Mecánica motores	248
Telemática	96
Electrónica	133
SAT	25
TOTAL	709

n =? (Tamaño de la muestra)

m = 709 (Estudiantes y personal de planta)

e<sup>2</sup> = 0.0049 (Constante)

$$n = \frac{m}{e^2(m-1)+1}$$

$$n = \frac{709}{(0.0049)(709-1)+1}$$

$$n = \frac{709}{4.4692}$$

$$n = 158.54$$

Para calcular la fracción muestral de las encuestas se aplicará la siguiente fórmula que permitirá conocer la frecuencia para elegir los códigos.

$$fm = \frac{m}{n}$$

Calculo de la fracción muestral.

Datos:

$fm$  = fracción muestral.

$m$  = muestra de la población

$n$  = tamaño de la muestra.

Datos:

$fm$  = ? (Fracción muestral )

$m$  = 709 usuarios.

$n$  = 158.64 encuestas. (Tamaño de la muestra).

$$fm = \frac{709}{158.64}$$

$$fm = 4.47$$

## ANEXO J

Información recolectada a docentes y estudiantes en el ITSA, que fue procesada, tabulada e interpretada

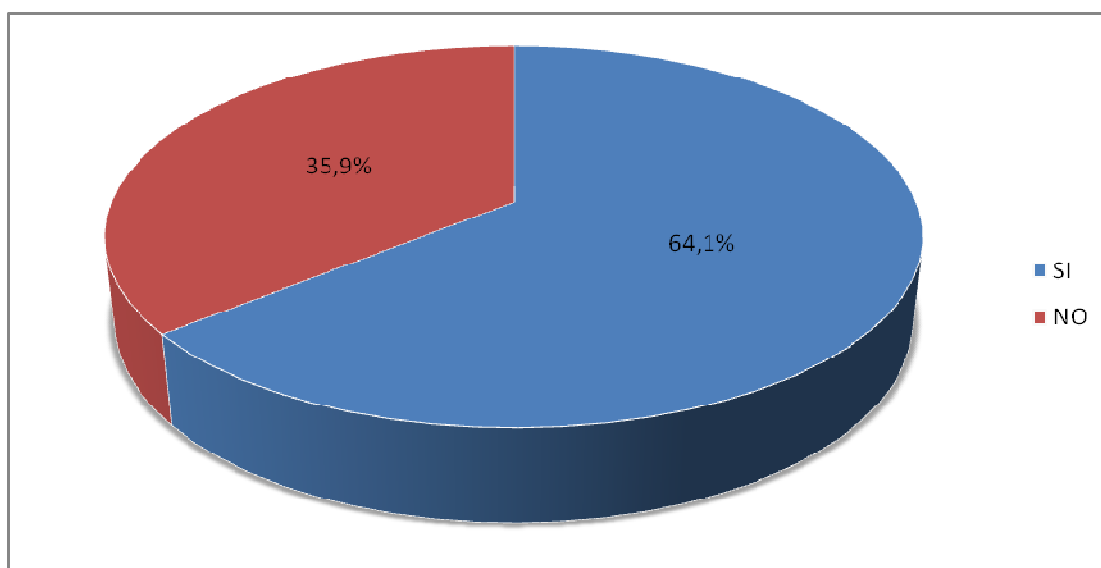
### PREGUNTA Nº 1

**TABLA 1.1** ¿Conoce que países usan energías alternativas?

CATEGORÍA	POTCENTAJE	
SI	64,1%	164
NO	35,9%	92
Total	100,0%	256

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

### ➤ ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:

Se observa que el 64,1% es decir ciento sesenta y cuatro (164) personas entre docentes y estudiantes, conocen que países usan energías

alternativas, siendo apenas el 35,9% o sea noventa y dos (92) encuestados no conocen de esto.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es evidente que la gente del I.T.S.A. no tiene claro que países usan energías alternativas.

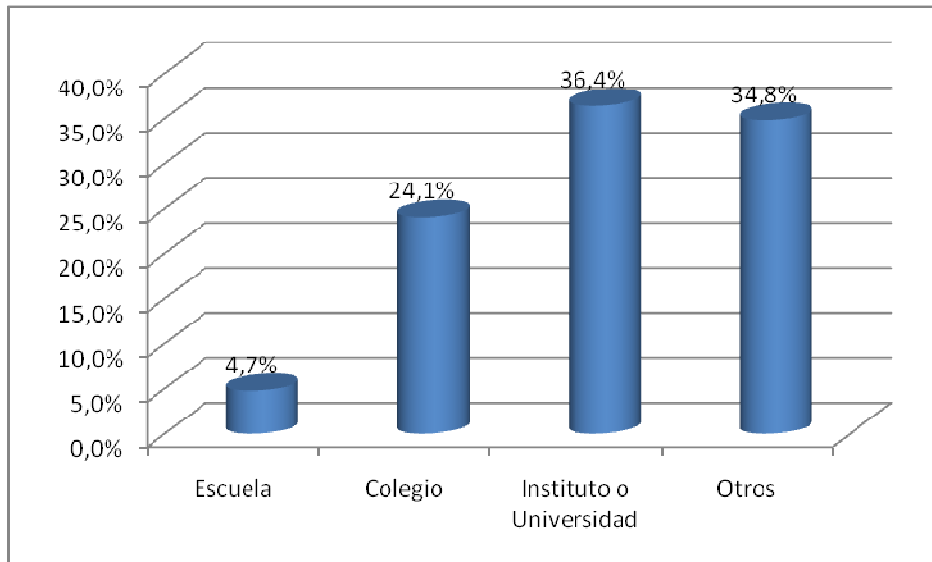
**PREGUNTA Nº 2**

**TABLA 2.1** ¿Dónde obtuvo conocimiento de energías limpias?

CATEGORÍA	POTCENTAJE	
Escuela	4,7%	15
Colegio	24,1%	76
Instituto o Universidad	36,4%	115
Otros	34,8%	110
Total	100,0%	316

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Se mira que mucho personal en el I.T.S.A. a tenido conocimiento en Institutos o Universidades o en otros como por una TV siendo 36,4% que sale de ciento quince (115) así como 34,8% de ciento diez (110) respuestas respectivamente; aunque muchos de estos mismos ya han adquirido conocimiento en las escuelas y colegios. En las Escuelas un 4,7% con quince (15) y en los colegios un 24,1% con setenta y seis (76) respuestas.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Definitivamente se debe dar el ejemplo sobre energías alternativas en el I.T.S.A. para que las autoridades puedan influenciar mayor conocimiento a los estudiantes y demás personal del Establecimiento.

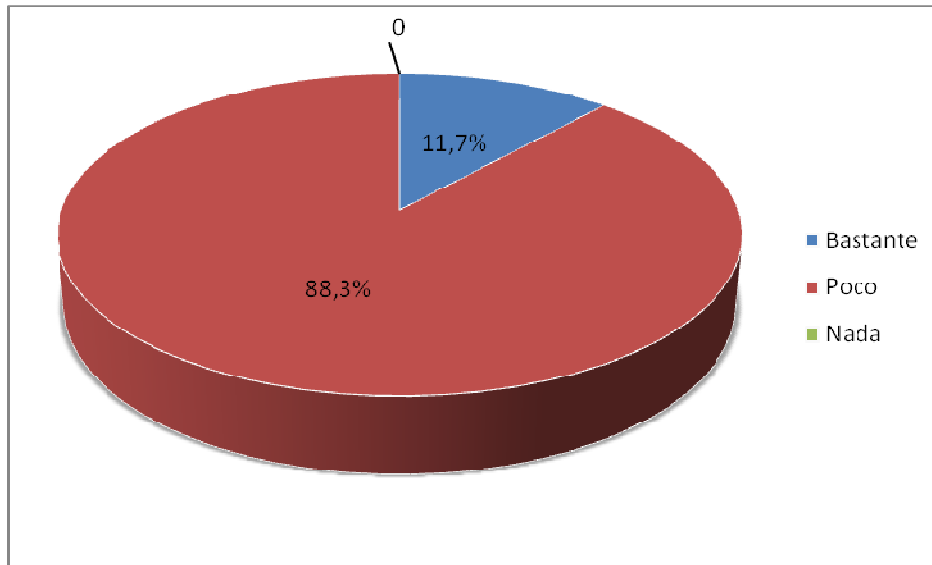
**PREGUNTA Nº 3**

**TABLA 1.1** ¿Qué conoce sobre energías alternativas?

Categoría	Porcentaje	
Bastante	11,7%	30
Poco	88,3%	226
Nada		0
Total	100,0%	256

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

A juzgar los resultados es notable que todo el personal del I.T.S.A. sabe algo como el 88,3% es decir doscientos veinte y seis (226) saben poco, siendo apenas el 11,7% o sea treinta (30) los que consideran saber bastante sobre energías alternativas.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Después de que hayan las tesis sobre energías alternativas la gente del I.T.S.A. podrá consultar y aprender lo suficiente sobre las energías alternativas.

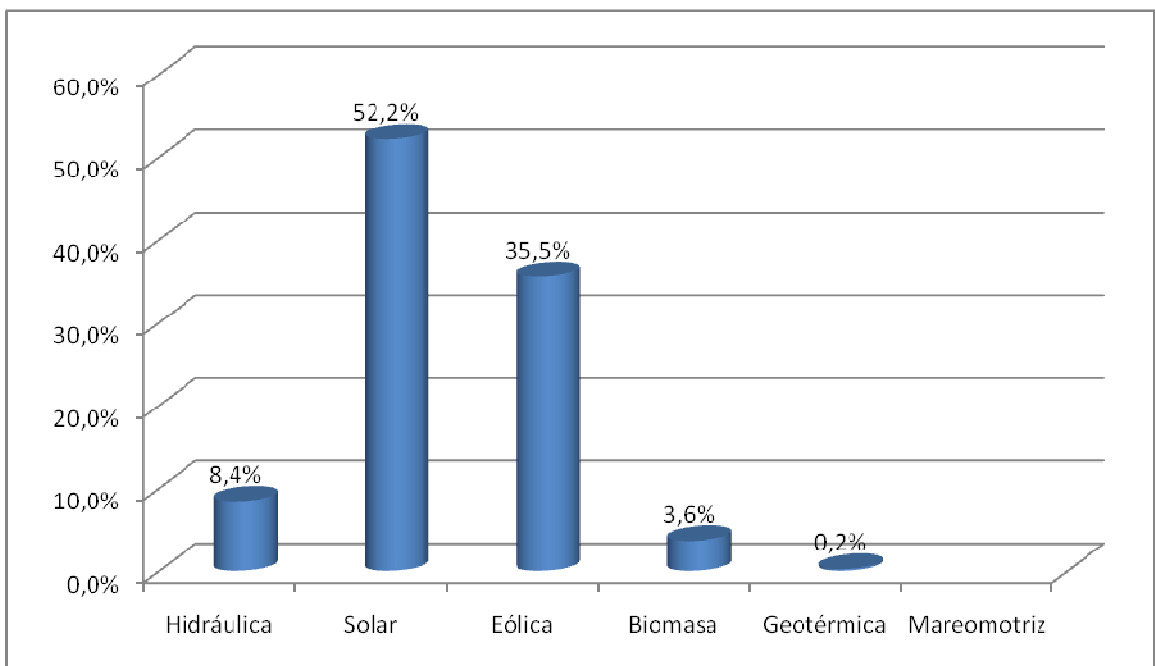
#### PREGUNTA Nº 4

**TABLA 1.1** ¿Qué energías limpias se podrían utilizar en el I.T.S.A.?

Categoría	Porcentaje	
Hidráulica	8,4%	37
Solar	52,2%	229
Eólica	35,5%	156
Biomasa	3,6%	16
Geotérmica	0,2%	1
Mareomotriz		0
Total	100,0%	439

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

#### ➤ ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:

Como algunos tipos de energías alternativas se podrían usar en el I.T.S.A. se usa como gráfico las barras ya que como total no hay un 100%.

Observándose a la energía solar como la trascendental con 52,2% es decir doscientos veinte y nueve (229) respuestas, así como la gente se da cuenta que en Latacunga hay gran influencia de viento ya que el 35,5% de respuestas a esta categoría dicen que si equivalente a ciento cincuenta y seis (156) afirmaciones; un 8,4% o sea treinta y siete (37) confirmaciones apuestan a la energía hidráulica. La energía que es imposible es la mareomotriz.

Y por último la energía geotérmica y la biomasa tienen un 0,2% equivalente a uno (1) y 3,6% equivalente a once (11) apoyos al sí en esta categoría, respectivamente.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es notable que por existir el Sol el viento y el agua del río Aláquez, las energías que se podrían aprovechar en el I.T.S.A. son las Energías solar, eólica e hidráulica.

#### **PREGUNTA Nº 5**

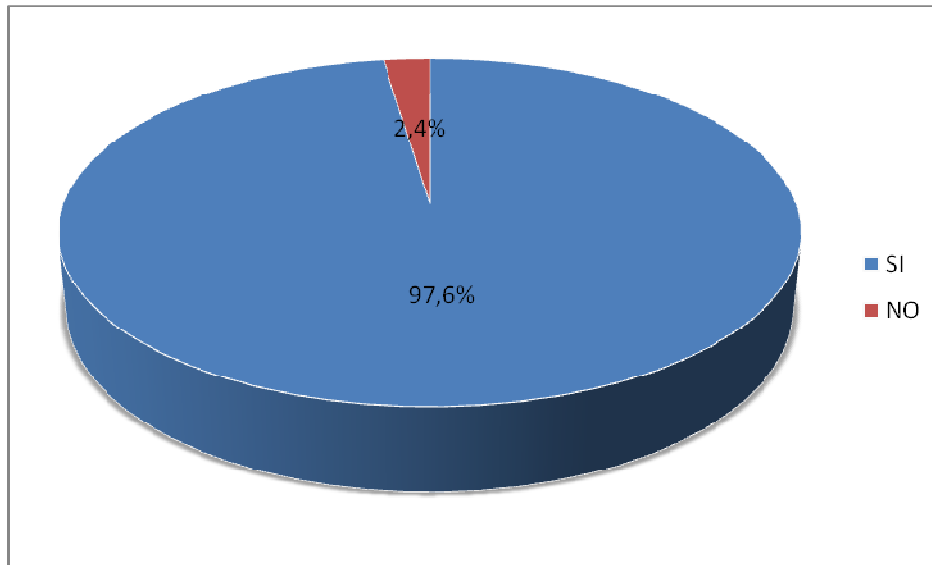
**TABLA 1.1** ¿Cree usted que el uso de energías alternativas es la solución para evitar la contaminación ambiental?

Categoría	Porcentaje	
SI	97,6%	249
NO	2,4%	6
Total	100,0%	255

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas





**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Del 100% de respuestas tomando a las dos categorías se puede ver que dicen si al uso de las energías alternativas como apoyo a la solución sobre la contaminación ambiental doscientos cuarenta y nueve (249) personas o sea el 97,6% pero hay seis (6) personas equivalente al 2,4% que creen que no es una solución a esto.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Es notable que la mayoría de las personas del I.T.S.A. dicen que si es una solución para la degradación del medio ambiente, por tanto tesis sobre energías limpias deben haber en el Establecimiento como Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico que es.

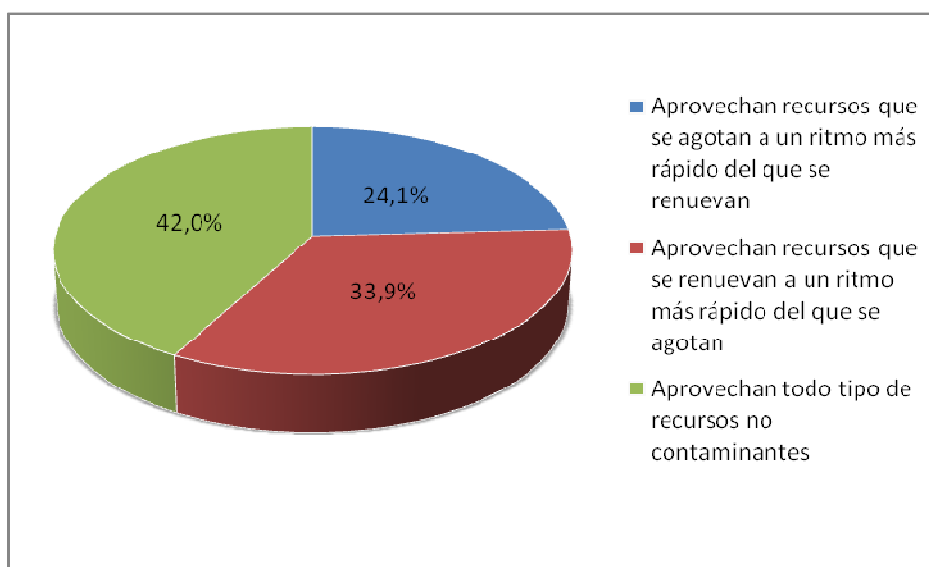
## PREGUNTA N° 6

**TABLA 1.1** Las llamadas energías renovables

Categoría	Porcentaje	
Aprovechan recursos que se agotan a un ritmo más rápido del que se renuevan	24,1%	62
Aprovechan recursos que se renuevan a un ritmo más rápido del que se agotan	33,9%	87
Aprovechan todo tipo de recursos no contaminantes	42,0%	108
Total	100,0%	257

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

### ➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Se observa que el 42% es decir ciento ocho (108) personas dicen que las energías renovables aprovechan todo tipo de recursos no contaminantes un 33,9% o sea ochenta y siete (87) dicen que aprovechan recursos que se renuevan a un ritmo más rápido del que se agotan, mientras que sesenta y dos (62) es decir el 24,1% del 100% de personas encuestadas dicen que

aprovechan recursos que se agotan a un ritmo más rápido del que se renuevan.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** La mayoría de la gente a la que se le encuestado nos responde diciendo las energías renovables aprovechan todo tipo de recurso no contaminante como son aire, sol, agua, etc.

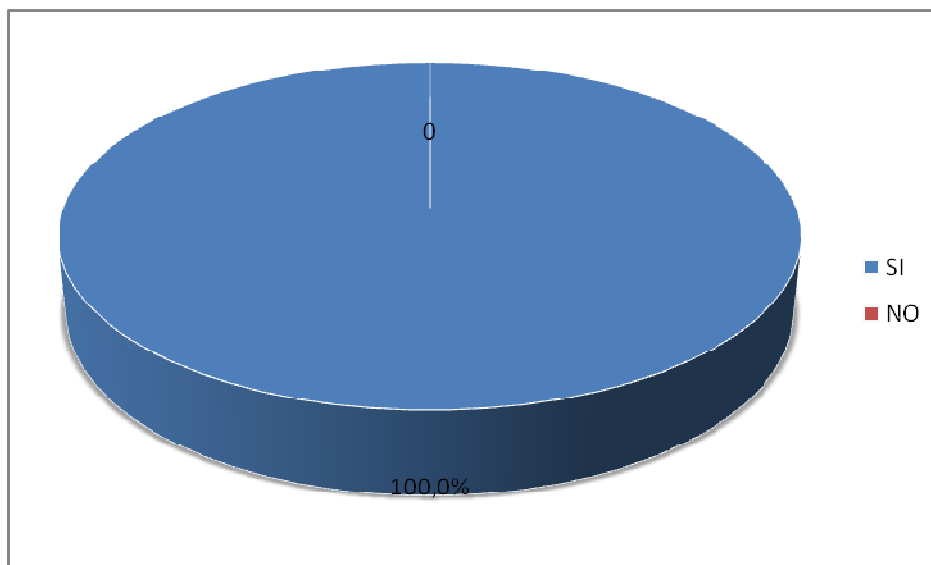
### PREGUNTA N° 7

**TABLA 1.1** ¿Cree usted que es necesario que el I.T.S.A. de cursos, seminarios, talleres, etc. acerca de energías limpias?

Categoría	Porcentaje	
SI	100,0%	256
NO		0
	100,0%	256

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Se puede mirar en el gráfico que el total 100% de las personas encuestadas doscientos cincuenta y seis (256), dicen que es necesario que el I.T.S.A. de cursos, seminarios, talleres, etc. acerca de energías limpias.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** Quiere decir que el I.T.S.A. como Instituto Tecnológico en la aviación debe tratar temas sobre las llamadas energías limpias o renovables.

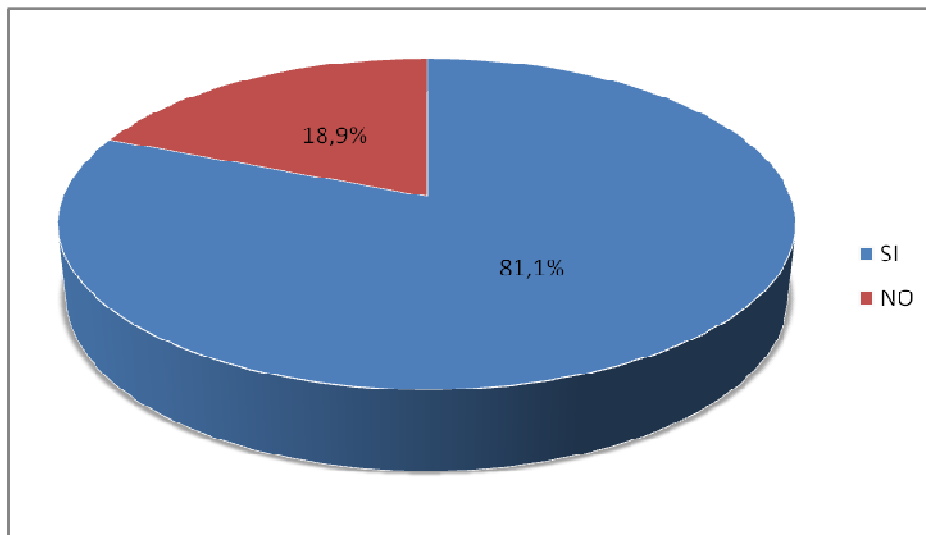
**PREGUNTA Nº 8**

**TABLA 1.1** ¿Califica usted al I.T.S.A como una entidad que tiene recursos necesarios para implementar fuentes energéticas alternativas para su auto consumo?

Categoría	Porcentaje	
SI	81,1%	193
NO	18,9%	45
	100,0%	238

**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas



**ELABORADO POR:** Santiago Olovacha / Gustavo Mora

**FUENTE:** Encuestas

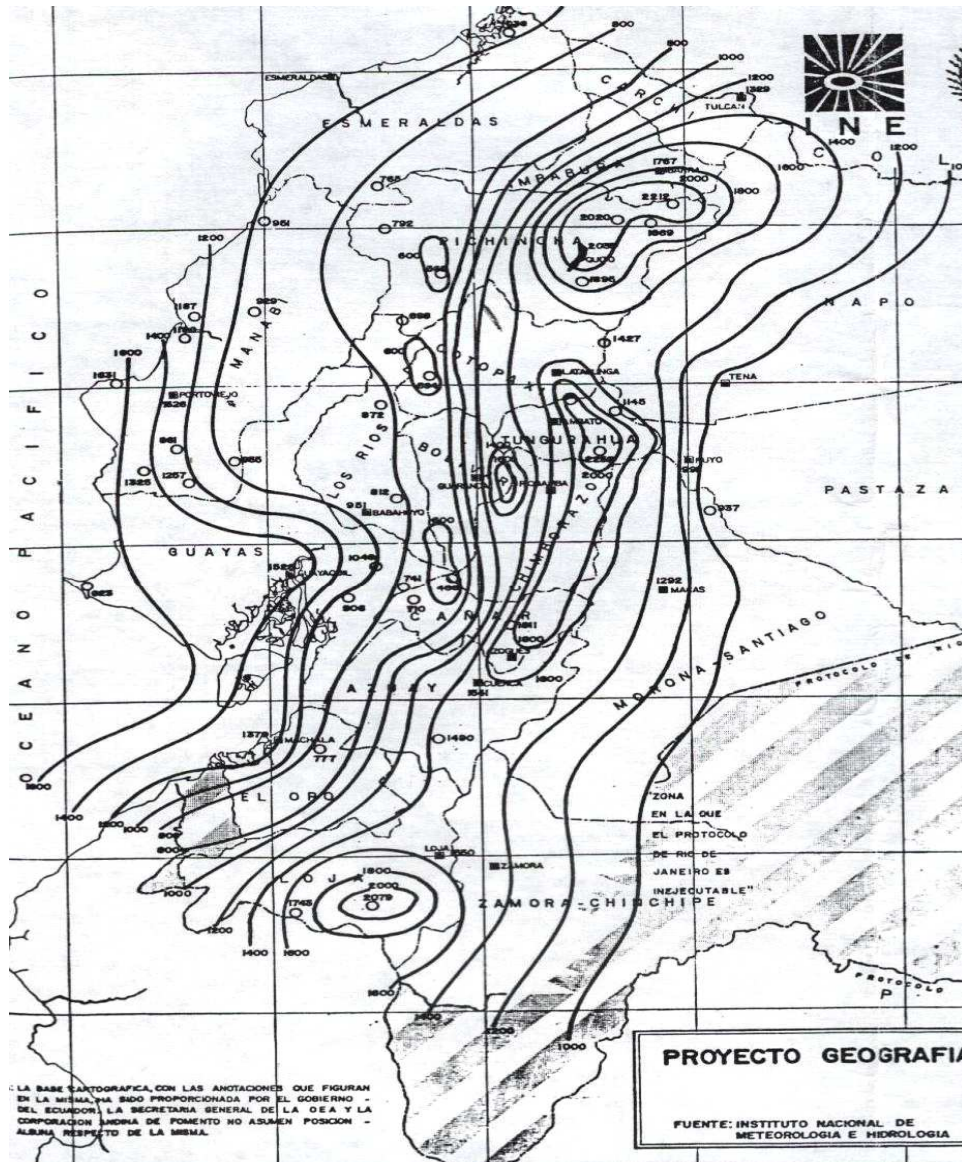
➤ **ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DATOS:**

Se observa que el 81,1% es decir ciento noventa y tres (193) personas del I.T.S.A. afirman diciendo que el I.T.S.A tiene los recursos necesarios para implementar fuentes energéticas alternativas para su auto consumo, siendo apenas el 18,9% o sea cuarenta y cinco (45) encuestados los que no creen que el I.T.S.A. pueda implementar las mismas.

➤ **INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS:** El Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico debe implementar fuentes energéticas alternativas.

## Anexo K

### Aprovechamiento de la Energía Solar OLADE



Isohelias Anuales del Ecuador INE 1981

Región	Radiación media
Interandina	4.5 kWh/m <sup>2</sup> año.
Costa	3.5 kWh/m <sup>2</sup> año.
Amazónica	3.8 kWh/m <sup>2</sup> año.
Galápagos	4.5 kWh/m <sup>2</sup> año.

Fuente: Proyecto OPET América Latina y Caribe

## **Anexo L**

### **Comportamiento ambiental en Ecuador**

<b>Enero</b>	→ Invierno	→ Pocas llluvias
<b>Febrero</b>	→ Invierno	→ Muy pocas llluvias
<b>Marzo</b>	→ Verano	→ Sol
<b>Abril</b>	→ Verano	→ Sol
<b>Mayo</b>	→ Verano	→ Poco viento
<b>Junio</b>	→ Verano	→ Poco viento
<b>Julio</b>	→ Verano	→ Ventoso
<b>Agosto</b>	→ Verano	→ Muy ventoso
<b>Septiembre</b>	→ Invierno	→ Ventoso
<b>Octubre</b>	→ Invierno	→ Algo de sol
<b>Noviembre</b>	→ Invierno	→ Lluvias
<b>Diciembre</b>	→ Invierno	→ Lluvias

Fuente: [www.espaciotiempo.state/america/sur/ecuador/center](http://www.espaciotiempo.state/america/sur/ecuador/center)

### Anexo M

Velocidad y rumbo del viento en la ciudad de Latacunga por hora en cada mes del año 2007 – 2008

HORA 6																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	13	16	10	6	3	1	0	3	8	1	2	0	4	2	1	9	79
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	16	4	0	0	0	0	0	0	20	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	13	16	10	6	3	1	0	3	31	5	2	0	4	2	1	9	106
Total Calmas	49																

HORA 7																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	12	17	3	4	1	1	0	3	10	2	0	1	5	4	0	5	68
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	19	0	1	0	0	0	0	21	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	6	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	12	17	3	4	1	1	0	5	34	2	1	1	5	4	0	5	96
Total Calmas	60																

HORA 8																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	6	10	6	6	5	5	2	6	6	0	0	1	2	3	1	0	61
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	18	1	0	1	0	0	0	0	22
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1	0	0	0	0	0	0	12
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	6	10	6	6	5	5	2	8	39	2	0	2	3	1	2	9	99
Total Calmas	56																

HORA 9																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	4	1	6	9	4	5	12	10	2	1	2	1	1	1	2	64
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	18	3	0	0	0	0	0	0	26
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	15	0	0	0	0	0	0	0	8
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	4	1	6	9	4	5	20	48	5	1	2	1	1	1	2	113
Total Calmas	42																

HORA 14																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	3	1	2	4	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	14
6-10 Nudos	4	0	1	0	2	1	7	3	1	0	0	0	3	0	1	23	
11-15 Nudos	1	0	2	0	2	0	11	22	2	0	0	0	0	0	4	44	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	31	1	0	0	0	0	0	0	35	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7	
SUMA	5	3	4	2	4	4	1	22	64	5	0	0	1	3	0	5	123
Total Calmas	32																

HORA 15																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	10
6-10 Nudos	2	1	1	1	0	1	1	1	7	1	0	0	1	2	0	9	28
11-15 Nudos	4	0	0	0	0	0	0	5	26	1	0	0	0	0	0	37	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	26	2	0	0	0	0	0	37	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	11	
SUMA	7	1	2	1	2	1	1	17	68	4	0	0	7	2	0	10	123
Total Calmas	32																

HORA 16																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	4	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18
6-10 Nudos	6	2	0	0	2	0	0	2	4	6	0	0	2	0	0	2	28
11-15 Nudos	2	0	0	0	0	0	0	4	32	4	0	0	0	0	0	4	42
16-20 Nudos	2	0	0	0	0	0	0	6	24	0	0	0	0	0	0	3	32
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SUMA	14	6	0	0	4	2	0	12	64	10	0	0	2	0	2	8	124
Total Calmas	31																

HORA 17																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	3	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	17
6-10 Nudos	5	5	0	4	0	0	0	3	7	1	0	0	0	0	2	4	31
11-15 Nudos	5	0	1	1	0	0	0	5	23	1	0	0	0	0	0	4	40
16-20 Nudos	2	0	0	0	0	0	0	6	23	0	0	0	0	0	0	1	32
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	14	8	3	9	0	0	0	14	54	2	0	0	2	2	3	10	121
Total Calmas	34																

HORA 10																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	0	1	8	9	5	4	13	1	0	1	1	0	0	0	44
6-10 Nudos	0	1	0	0	2	1	0	13	20	4	0	1	0	0	0	0	42
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	18	0	0	0	0	0	0	0	23
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	8
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	1	1	0	1	10	10	5	23	58	5	0	2	1	0	0	0	117
Total Calmas	38																

HORA 11																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	2	2	1	6	6	3	2	7	2	1	0	0	0	0	0	34
6-10 Nudos	0	0	0	2	1	3	14	20	4	0	0	0	0	0	0	0	44
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	6	21	0	0	0	0	0	0	0	0	27
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	0	0	14
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
SUMA	2	2	2	3	6	7	6	24	63	6	1	0	0	0	0	0	122
Total Calmas	33																

HORA 12																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	1	0	0	4	2	4	3	0	0	1	1	1	0	1	22	
6-10 Nudos	0	0	1	1	1	1	3	7	18	3	1	0	0	0	0	36	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	11	22	5	0	0	1	0	0	40	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	17	2	0	0	0	0	0	23	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
SUMA	0	1	1	1	5	5	6	26	62	10	1	1	2	1	0	1	123
Total Calmas	32																

HORA 13																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	1	0	0	0												





HORA: 18																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	5	3	0	2	0	2	0	4	2	1	0	1	0	0	1	2	23
6-10 Nudos	10	3	2	2	2	2	0	4	16	2	0	0	0	0	0	2	45
11-15 Nudos	1	1	1	0	0	0	2	12	37	0	0	0	0	0	0	0	54
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	16	0	0	0	0	0	0	0	18
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	16	7	3	4	2	4	2	22	71	3	0	1	0	0	1	4	140
Total Calmas																	1

HORA: 19																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	4	4	1	1	0	0	1	0	6	1	0	1	4	1	2	2	26
6-10 Nudos	5	3	3	0	0	0	0	6	34	7	0	0	1	0	0	0	61
11-15 Nudos	2	3	0	0	0	0	0	6	32	1	0	0	0	0	0	0	44
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	11	10	4	1	0	0	1	14	77	9	0	1	5	1	2	2	138
Total Calmas																	3

HORA: 20																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	3	4	0	0	0	1	0	2	8	2	1	2	2	0	1	4	30
6-10 Nudos	7	2	1	0	0	0	0	7	44	5	0	0	1	0	0	1	68
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	33	2	0	0	0	0	0	0	37
16-20 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	10	7	1	0	0	1	0	12	86	9	1	2	3	0	1	5	137
Total Calmas																	4

HORA: 21																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	6	4	2	0	3	3	0	3	18	10	1	1	1	3	0	3	58
6-10 Nudos	0	1	1	0	0	0	0	3	46	7	0	2	0	0	0	0	60
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	16	0	0	0	0	0	0	0	19
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	6	5	3	0	3	3	0	9	80	17	1	3	1	3	0	3	137
Total Calmas																	4

F E B R E R O

HORA: 22																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	6	1	1	3	2	3	0	3	17	7	2	0	3	2	0	2	52
6-10 Nudos	1	1	0	0	0	0	1	3	51	6	1	0	0	0	0	0	64
11-15 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	2	15	0	0	0	0	0	0	0	18
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	7	2	2	3	2	3	1	8	83	13	3	0	3	2	0	2	134
Total Calmas																	7

HORA: 23																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	5	5	2	3	0	1	1	6	20	7	0	1	2	2	2	7	64
6-10 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	4	41	11	0	0	0	0	0	0	57
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	12
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	5	6	2	3	0	1	1	10	73	18	0	1	2	2	2	7	133
Total Calmas																	8

HORA: 6																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	6	6	2	5	2	2	3	9	18	9	2	2	8	1	1	6	82
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	1	22	2	0	0	0	0	0	0	1	27
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	7	6	2	5	2	2	3	10	40	11	2	2	8	1	1	7	109
Total Calmas																	48

HORA: 7																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	8	12	6	4	5	0	1	7	15	7	2	3	4	2	4	4	84
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	22	5	0	0	0	0	0	0	28
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	8	12	6	4	5	0	1	8	45	12	2	3	4	2	4	4	120
Total Calmas																	35

HORA: 8																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	7	5	5	3	8	0	9	5	25	7	1	2	5	1	0	5	88
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	24	4	0	0	0	0	0	0	0	29
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	11	0	0	0	0	0	0	0	12
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	7	5	6	3	8	0	9	6	60	11	1	2	5	1	0	5	129
Total Calmas																	26

HORA: 9																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	2	4	4	1	0	1	4	15	16	11	1	1	2	1	1	3	67
6-10 Nudos	0	0	2	0	0	1	2	4	34	4	1	0	0	0	0	0	48
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	0	14
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0	6
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	2	4	6	1	0	2	6	24	66	15	2	1	2	1	1	3	136
Total Calmas																	19

M A R Z O

HORA: 10																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	1	4	0	1	3	3	3	20	13	2	0	0	0	0	1	2	53
6-10 Nudos	0	0	0	0	1	1	2	20	28	2	1	0	0	0	0	0	55
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	20	2	0	0	0	0	0	0	31
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	6
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	1	4	0	1	4	4	5	49	66	6	1	0	0	0	1	2	146
Total Calmas																	9

HORA: 11																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	0	2	0	1	4	3	7	8	12	6	1	1	0	1	0	0	46
6-10 Nudos	0	0	0	0	1	1	2	13	40	3	1	0	0	1	0	0	62
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	6	28	0	0	0	0	0	0	0	35
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	11
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	2	0	1	5	4	10	30	88	9	2	1	0	2	0	0	154
Total Calmas																	1

HORA: 12																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	SUMA	
1-5 Nudos	0	2	0	1	2	1	3	6	13	0	0	0	0	0	1	0	29
6-10 Nudos	0	0	1	0	3	1	0	21	26	4	2	0	0	0	0		

HORA: 14																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	1	1	3	1	1	0	4	7	2	0	4	0	1	0	2	27	
6-10 Nudos	4	0	0	1	1	0	1	11	15	2	0	0	0	1	0	2	38	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	12	17	2	2	0	0	0	1	0	34	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	39	1	0	0	0	0	0	0	49	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5	
SUMA	4	1	1	4	2	1	1	36	83	7	2	4	0	2	1	4	153	
Total Calmas	2																	

HORA: 15																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	2	0	0	3	1	5	0	4	0	0	1	3	2	0	3	29	
6-10 Nudos	5	1	0	2	3	1	2	8	13	6	0	0	0	1	1	3	46	
11-15 Nudos	0	0	0	2	0	0	10	23	1	0	1	0	0	0	0	0	37	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	7	29	0	0	0	0	0	0	0	0	35	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
SUMA	10	3	0	2	8	2	7	27	72	7	0	2	3	3	1	6	153	
Total Calmas	2																	

HORA: 16																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	2	1	2	1	0	3	3	1	2	0	0	1	2	1	3	27	
6-10 Nudos	5	2	1	1	0	0	2	5	6	0	0	0	0	2	1	4	29	
11-15 Nudos	1	1	1	1	0	0	0	10	25	1	1	0	0	0	0	0	46	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	35	1	0	0	0	0	0	0	43	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
SUMA	11	5	3	4	1	0	5	24	73	4	1	0	1	4	2	13	151	
Total Calmas	4																	

HORA: 17																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	7	6	2	2	2	0	0	3	2	2	1	0	3	0	3	7	40	
6-10 Nudos	6	3	1	1	0	1	0	7	7	3	0	0	0	0	2	3	34	
11-15 Nudos	1	1	0	0	0	1	0	7	34	4	0	0	0	0	0	0	49	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	22	0	0	0	0	0	0	0	26	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
SUMA	14	10	3	3	2	2	0	21	67	9	1	0	3	0	5	11	151	
Total Calmas	4																	

HORA: 22																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	3	0	2	3	0	1	2	28	14	4	2	1	2	4	3	73	
6-10 Nudos	4	2	1	0	0	0	0	4	41	5	0	0	0	0	0	0	57	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	9	0	0	0	0	0	0	0	11	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	8	5	1	2	3	0	1	8	78	19	4	2	1	2	4	3	141	
Total Calmas	14																	

HORA: 23																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	3	3	2	2	0	1	5	41	12	4	2	3	4	0	7	93	
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	2	23	7	1	0	0	0	0	0	34	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	6	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	5	3	3	2	2	0	1	10	66	20	5	2	3	4	0	7	133	
Total Calmas	22																	

HORA: 18																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	8	6	2	2	3	2	2	3	6	2	0	0	2	1	3	6	48	
6-10 Nudos	4	0	0	1	1	0	0	4	16	2	0	0	0	0	0	0	28	
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	1	0	8	35	1	1	0	0	0	2	0	49	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	18	1	0	0	0	0	0	0	20	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	13	6	2	3	4	3	2	16	75	6	1	0	2	1	5	6	145	
Total Calmas	10																	

HORA: 19																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	5	2	0	1	2	2	2	4	9	0	2	6	1	3	5	46	
6-10 Nudos	2	3	0	0	0	1	0	3	32	4	0	0	0	0	0	0	48	
11-15 Nudos	1	1	0	0	0	0	0	8	36	0	0	0	0	0	0	0	46	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	5	9	2	0	1	3	2	14	73	13	0	2	6	1	3	8	142	
Total Calmas	13																	

HORA: 20																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	8	1	0	2	1	2	1	3	10	6	1	1	3	1	2	3	45	
6-10 Nudos	6	2	1	0	0	0	0	6	44	5	0	0	0	0	1	1	66	
11-15 Nudos	0	3	1	0	0	0	0	4	20	1	0	0	0	0	0	0	29	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	14	6	2	2	1	2	1	13	75	12	1	1	3	1	3	4	141	
Total Calmas	14																	

HORA: 21																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	6	4	1	0	1	2	1	2	20	9	1	2	2	2	1	3	57	
6-10 Nudos	2	3	3	0	0	0	0	8	44	11	0	0	0	1	1	0	73	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	0	10	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	8	7	4	0	1	2	1	11	73	20	1	2	2	3	2	3	140	
Total Calmas	15																	

HORA: 6																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	12	11	6	3	1	3	1	8	22	10	2	3	5	2	2	7	98	
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	11	4	0	0	0	0	0	0	16	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	12	11	6	3	1	3	1	9	34	14	2	3	5	2	2	7	115	
Total Calmas	35																	

HORA: 7																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA



HORA: 6																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	9	3	3	1	3	1	5	24	7	4	2	4	5	1	4	79
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	1	29	2	0	0	0	0	0	0	33
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	0	0	5
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	9	4	3	1	3	1	7	57	9	4	2	4	5	1	4	117
Total Calmas																	38

HORA: 7																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	6	1	2	8	1	1	7	24	9	6	1	3	0	2	2	78
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	5	28	4	1	0	0	0	0	0	39
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	5	6	2	2	8	1	1	12	59	13	7	1	3	0	2	2	124
Total Calmas																	31

HORA: 8																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	6	2	1	1	0	1	7	27	3	0	2	1	2	6	4	66
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	37	6	0	0	0	1	0	0	47
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	17	0	0	0	0	0	0	0	20
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	6	2	1	1	0	1	13	81	9	0	2	1	3	6	4	133
Total Calmas																	22

HORA: 9																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	1	1	1	4	2	10	4	11	10	2	1	0	2	0	2	53
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	37	7	0	0	0	0	0	0	46
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	26	1	0	0	0	0	0	0	35
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	1	1	1	4	2	10	14	82	18	2	1	0	2	0	2	142
Total Calmas																	13

HORA: 14																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	1	0	1	1	1	4	2	2	0	0	1	0	0	0	13
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	10	11	2	0	0	0	0	0	1	25
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	22	33	0	0	0	0	0	0	0	56
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	47	0	0	0	0	0	0	0	52
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	7
SUMA	1	0	1	0	1	1	2	44	97	4	0	0	1	0	0	1	153
Total Calmas																	2

HORA: 15																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	2	0	0	6
6-10 Nudos	2	2	1	0	0	1	3	9	11	7	0	0	0	0	2	3	41
11-15 Nudos	1	0	0	0	2	0	2	17	30	2	0	0	0	0	0	0	54
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	11	30	2	0	0	0	0	0	0	43
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	9
SUMA	4	2	1	0	2	1	5	40	78	13	0	0	0	2	2	3	153
Total Calmas																	2

HORA: 16																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	2	0	0	0	3	0	0	3	1	0	1	0	0	0	2	12
6-10 Nudos	1	1	0	0	1	0	0	6	14	0	0	0	0	0	3	4	30
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	1	10	43	1	0	0	0	0	0	0	0	55
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	6	46	0	0	0	0	0	0	0	0	52
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
SUMA	1	3	0	0	1	3	1	22	112	2	0	1	0	0	3	6	155
Total Calmas																	0

HORA: 17																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	3	0	0	3	1	1	3	0	0	0	1	0	0	2	15
6-10 Nudos	1	1	1	0	0	0	0	5	12	0	0	0	0	0	1	4	25
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	1	13	46	2	0	0	0	0	0	0	0	63
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	5	43	0	0	0	0	0	0	0	0	49
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
SUMA	3	1	4	0	0	3	24	107	2	0	0	1	1	0	1	6	154
Total Calmas																	1

HORA: 10																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	2	0	1	6	1	3	11	10	2	0	0	0	0	0	0	39
6-10 Nudos	0	1	0	0	0	0	4	4	40	5	0	0	0	0	0	0	54
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	14	31	0	0	0	0	0	0	0	45
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	13
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	3	0	1	6	1	7	33	90	7	0	0	0	0	0	0	151
Total Calmas																	4

HORA: 11																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	1	1	1	1	2	8	3	2	1	0	0	0	0	0	20
6-10 Nudos	1	0	0	0	1	0	0	12	27	4	2	0	0	0	0	0	47
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	11	33	1	2	0	0	0	0	0	47
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	26	0	0	0	0	0	0	0	37
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	1	0	1	1	2	1	2	40	92	7	5	0	0	0	0	0	152
Total Calmas																	3

HORA: 12																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	1	1	4	8	1	1	0	1	0	0	1	18
6-10 Nudos	0	1	0	1	0	0	3	8	17	2	0	0	0	0	0	0	25
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	9	39	2	0	0	0	0	0	0	51
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	12	38	1	0	0	0	0	0	0	51
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	1	0	1	0	1	5	33	102	6	1	0	1	0	0	1	152
Total Calmas																	3

HORA: 13																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	1	2	1	2	4	0	0	0	0	1	0	0	11
6-10 Nudos	0	1	0	1	0	0	1	14	6	2	0	0	0	0	0	0	25
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	26	21	6	0	0	0	0	0	0	55
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	17	43	2	0	0	0	0	0	0	62
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	0	1	0	1	1	2	4	59	75	10	0	0	0	1	0	0	154
Total Calmas																	1

HORA: 18																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	1	1	0													

MAYO

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 22 and HORA 23.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 6 and HORA 7.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 8.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 9.

JUNIO

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 10.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 11.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 12.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 13.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 14.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 15.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 16.

Table with 14 columns (RUMBOS, VELOCIDAD, N, NNE, NE, ENE, E, ESE, SE, SSE, S, SSW, SW, WSW, W, WNW, NW, NNW, SUMA) and 14 rows (1-5 Nudos, 6-10 Nudos, 11-15 Nudos, 16-20 Nudos, >20 Nudos, SUMA, Total Calmas) for HORA 17.

HORA 18																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	8
6-10 Nudos	1	0	1	0	0	2	0	11	18	2	0	0	0	0	0	0	0	35
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	2	19	50	0	0	0	0	0	0	0	0	71	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	1	4	31	0	0	0	0	0	0	0	0	36	
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	2	0	2	0	1	3	34	100	3	0	0	0	0	0	1	1	150	
Total Calmas																	0	

HORA 19																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	0	2	3	0	1	0	1	2	3	0	2	0	0	0	0	1	17
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	4	13	31	5	0	0	0	0	0	0	0	0	53
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	18	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	0	2	3	0	1	4	34	90	8	0	2	0	0	0	0	1	147
Total Calmas																		3

HORA 20																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	1	0	1	0	1	3	7	3	2	0	3	0	0	0	1	22
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	17	60	8	1	0	0	0	0	0	0	0	86
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	6	26	2	0	0	0	0	0	0	0	0	34
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	0	1	0	1	0	1	27	96	13	3	0	3	0	0	1	1	146
Total Calmas																		4

HORA 21																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	1	1	0	0	0	0	1	15	13	3	1	0	1	0	1	0	40
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	8	57	10	0	0	0	0	0	0	0	0	75
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	8	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	1	1	0	0	0	17	96	23	3	1	0	1	0	1	0	1	147
Total Calmas																		3

HORA 22																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	1	1	2	0	1	2	0	28	8	4	0	0	1	0	1	0	54
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	53	8	0	0	0	0	0	0	0	67
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	16	1	0	0	0	0	0	0	0	20
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	5	1	1	2	0	1	2	9	98	17	4	0	0	1	0	1	0	143
Total Calmas																		7

HORA 23																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	5	1	2	1	2	3	4	25	15	2	1	2	1	1	1	4	71
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	48	5	0	0	0	0	0	0	0	62
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	5	1	0	0	0	0	0	0	0	7
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	5	1	2	1	2	3	14	79	21	2	1	2	1	1	1	4	141
Total Calmas																		9

JUNIO

HORA 6																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	5	3	1	2	2	1	3	17	7	2	3	0	0	0	0	5	58
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	2	44	5	0	0	0	0	0	0	0	0	52
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	4	5	4	1	2	2	1	9	69	12	2	3	3	0	0	0	5	122
Total Calmas																		33

HORA 7																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	5	1	2	9	1	1	3	24	3	1	0	5	2	0	3	6	62
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	35	6	1	0	0	0	0	0	0	47
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	19
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	5	1	2	9	1	1	9	78	10	2	0	5	2	0	3	130	
Total Calmas																		25

HORA 8																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	3	4	1	4	2	2	6	13	4	1	2	1	4	1	2	5	54
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	31	5	0	0	0	0	0	0	0	42
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	1	1	6	20	1	0	0	0	0	0	0	0	29
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	4
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	4	3	4	1	4	3	3	19	67	10	1	2	1	4	1	2	1	129
Total Calmas																		26

HORA 9																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	3	2	2	8	4	2	9	9	6	0	0	0	2	0	4	5	53
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	26	1	0	0	0	0	0	0	0	35
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	37	1	0	0	0	0	0	0	0	44
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	3	2	2	8	4	2	21	85	8	0	0	0	2	0	4	1	143
Total Calmas																		12

HORA 10																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	1	1	4	4	2	0	0	0	0	0	0	0	12
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	13	18	1	0	0	0	0	0	0	0	34
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	20	53	1	0	0	0	0	0	0	0	75
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	20	1	0	0	0	0	0	0	0	27
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	0	0	0	0	1	4	43	96	5	0	0	0	0	0	0	0	148
Total Calmas																		7

HORA 11																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	2	2	0	7	4	3	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	29
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	10	26	2	0	0	0	0	0	0	0	40
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	10	45	0	0	0	0	0	0	0	0	55
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	21	0	0	0	0	0	0	0	0	29
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SUMA	2	2	2	0	7	4	5	30	97	6	0	0	0	0	0	0	0	155
Total Calmas																		0

HORA 12																
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW</





HORA: 10																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	6	6	4	2	11	1	0	0	0	0	1	0	31
6-10 Nudos	0	0	0	0	2	0	1	12	20	5	0	0	0	0	0	0	40
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	18	45	0	0	0	0	0	0	0	63
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	16	0	0	0	0	0	0	0	21
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	0	0	0	8	6	5	37	92	6	0	0	0	0	1	0	156
Total Calmas																	0

HORA: 11																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	2	0	2	4	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	18
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	18	0	0	1	0	0	0	0	26
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	23	49	0	0	0	0	0	0	0	73
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	10	26	0	0	0	0	0	0	0	36
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SUMA	0	0	2	0	2	4	1	42	100	0	2	1	0	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 12																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	6
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	1	0	4	15	3	0	0	0	0	0	0	23
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	16	40	0	0	0	1	0	0	0	57
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	13	53	1	0	0	0	0	0	0	67
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SUMA	0	0	0	0	0	3	0	35	112	4	0	0	1	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 13																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	0	1	0	2	1	3	0	0	0	0	0	0	0	1	9
6-10 Nudos	1	1	0	0	0	3	1	3	14	5	0	0	0	0	0	0	28
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	18	37	1	0	1	1	0	0	0	61
16-20 Nudos	0	0	0	0	1	0	1	14	32	3	0	0	0	0	0	0	51
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	0	0	0	0	0	6
SUMA	2	1	0	1	1	5	6	40	86	10	0	1	1	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 18																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	2	1	0	1	0	3	1	0	0	1	1	0	0	10
6-10 Nudos	4	2	0	0	1	0	4	4	8	0	0	0	0	0	0	0	23
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	1	0	20	62	2	0	0	0	0	0	0	85
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	26	0	0	0	0	0	0	0	35
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	4	2	0	2	2	1	5	33	100	3	0	0	1	1	0	0	154
Total Calmas																	1

HORA: 19																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	3	1	0	0	0	1	3	3	3	1	1	2	2	0	0	25
6-10 Nudos	4	2	2	0	0	0	0	20	33	2	0	0	1	0	0	0	64
11-15 Nudos	2	1	0	0	0	0	1	12	46	0	0	0	0	0	0	0	62
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	11	6	3	0	0	0	2	35	85	5	1	1	3	2	0	0	154
Total Calmas																	1

HORA: 20																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	1	2	0	0	0	0	4	6	3	1	1	1	0	0	0	21
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	20	55	7	0	0	0	1	0	0	84
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	34	1	0	0	0	0	0	0	43
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	1	2	0	0	0	1	33	96	11	1	1	1	1	0	0	150
Total Calmas																	5

HORA: 21																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	4	2	0	3	4	0	4	16	5	2	3	1	5	0	2	53
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	8	54	11	1	0	0	0	0	0	75
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	19	0	0	0	0	0	0	0	23
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	4	2	0	3	4	1	16	89	16	3	3	1	5	0	2	151
Total Calmas																	4

HORA: 14																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	0	0	5
6-10 Nudos	2	0	1	0	2	1	1	4	3	2	0	0	0	0	0	0	17
11-15 Nudos	1	0	0	0	2	0	1	22	29	2	0	0	0	0	0	0	57
16-20 Nudos	0	0	0	0	1	0	0	12	51	1	0	0	0	0	0	0	65
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	8	1	0	0	0	0	0	0	11
SUMA	3	0	2	0	6	1	2	41	92	6	0	0	1	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 15																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5
6-10 Nudos	2	2	1	1	2	1	3	5	5	2	1	1	0	0	0	0	29
11-15 Nudos	2	0	0	0	1	0	4	12	39	3	0	0	0	0	0	0	62
16-20 Nudos	1	0	0	0	0	0	1	11	41	1	0	0	0	0	0	0	55
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4
SUMA	5	3	1	1	4	1	7	29	89	6	1	1	1	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 16																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	1	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
6-10 Nudos	3	1	0	0	3	0	1	3	3	4	0	0	1	0	0	0	19
11-15 Nudos	1	0	1	0	2	0	2	21	28	1	0	0	0	0	0	0	56
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	1	0	11	50	1	0	0	0	0	0	0	63
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	8	1	0	0	0	0	0	0	10
SUMA	5	2	1	0	6	3	4	36	89	7	0	0	1	0	0	0	155
Total Calmas																	0

HORA: 17																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	0	4	2	0	2	16
6-10 Nudos	3	3	0	2	1	3	1	2	10	2	0	0	0	0	0	0	27
11-15 Nudos	0	0	0	2	0	1	2	15	39	1	1	0	0	0	0	0	61
16-20 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	6	42	1	0	0	0	0	0	0	50
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	4	7	2	4	2	4	3	24	92	4	1	0	4	2	0	2	155
Total Calmas																	0

HORA: 22																	
RUMBOS		VELOCIDAD															
	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	4	1	1														

SEPTIEMBRE

HORA 6																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	9	13	12	1	1	2	0	11	22	5	2	1	5	3	0	11	98
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	19	3	0	0	0	0	0	0	25
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	9	13	12	1	1	2	0	14	41	9	2	1	5	3	0	11	124
Total Calmas																	28

HORA 7																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	8	10	7	4	4	1	1	9	19	3	0	4	7	2	0	3	82
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	22	5	0	0	0	0	0	0	29
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	7
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	8	10	7	4	4	1	1	11	49	8	0	4	7	2	0	3	118
Total Calmas																	32

HORA 8																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	2	6	3	4	2	0	3	12	11	1	2	2	4	0	1	2	56
6-10 Nudos	0	3	0	0	0	0	0	3	34	10	2	2	0	0	0	0	51
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	0	13
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	6	3	4	2	0	3	17	57	11	4	4	4	0	1	2	120
Total Calmas																	30

HORA 9																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	1	2	5	6	1	5	9	17	4	0	2	0	0	3	0	56
6-10 Nudos	0	3	0	0	0	0	1	11	36	2	0	0	0	0	0	0	53
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	29	0	0	0	0	0	0	0	30
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	1	4	2	5	6	1	6	22	85	6	0	2	0	0	3	0	143
Total Calmas																	7

HORA 14																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	5
6-10 Nudos	0	0	0	0	1	1	0	6	13	2	0	0	0	0	1	1	25
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	14	39	7	0	0	0	0	0	0	61
16-20 Nudos	0	0	0	0	1	0	0	12	36	2	0	0	0	0	0	0	51
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	4	1	0	0	0	0	0	0	6
SUMA	0	0	0	0	2	1	1	35	94	13	0	0	0	0	1	1	148
Total Calmas																	2

HORA 15																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	0	4	0	0	1	0	10
6-10 Nudos	3	0	0	0	0	3	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	13
11-15 Nudos	0	2	0	0	1	7	2	17	36	8	0	0	0	0	0	0	73
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	2	0	10	32	0	0	0	0	0	0	0	44
> 20 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	9
SUMA	3	4	0	0	1	12	2	27	76	12	3	0	4	0	1	2	149
Total Calmas																	1

HORA 16																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	5
6-10 Nudos	2	3	0	0	2	0	3	13	9	5	0	0	0	0	0	0	37
11-15 Nudos	0	0	1	0	0	0	13	25	4	1	0	0	2	0	0	0	46
16-20 Nudos	0	0	0	0	1	0	11	36	4	0	0	0	0	0	0	0	54
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	2	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	8
SUMA	2	3	0	1	2	4	3	37	77	14	1	0	4	2	0	0	150
Total Calmas																	0

HORA 17																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	2	3	1	2	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	1	15
6-10 Nudos	0	0	1	0	1	0	3	6	14	5	0	0	0	0	0	0	30
11-15 Nudos	1	2	0	0	1	0	3	9	45	3	0	0	0	0	0	0	64
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	4	30	0	0	0	0	0	0	0	0	34
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6
SUMA	2	4	4	1	4	0	6	20	94	10	0	3	0	0	1	0	149
Total Calmas																	1

HORA 10																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	5	0	0	0	5	5	4	0	0	0	0	0	19
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	0	22	24	6	0	0	0	0	0	55
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	14	33	4	0	0	0	0	0	51
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	4	17	0	0	0	0	0	0	21
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	0	0	0	0	5	0	3	0	46	79	14	0	0	0	0	0	147
Total Calmas																	3

HORA 11																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	0	0	2	0	2	8	0	0	0	0	0	0	0	0	13
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	4	2	15	27	3	0	0	0	0	0	0	51
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	16	40	3	0	0	0	0	0	0	69
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	21	0	0	0	0	0	0	0	24
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
SUMA	1	0	0	0	2	4	4	42	91	6	0	0	0	0	0	0	150
Total Calmas																	0

HORA 12																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	0	2	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	6
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	15	13	6	0	0	0	0	0	0	36
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	25	45	1	0	0	0	0	0	0	74
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	12	21	0	0	0	0	0	0	0	33
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	0	0	0	0	0	2	5	55	81	7	0	0	0	0	0	0	150
Total Calmas																	0

HORA 13																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	0	0	2	1	0	1	4	2	0	0	0	0	0	0	11
6-10 Nudos	0	0	0	0	3	0	2	11	17	5	0	0	0	0	0	0	38
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	1	22	41	1	0	0	0	0	0	0	0	66
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	7	26	2	0	0	0	0	0	0	0	36
> 20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	0	0	0	5	1	3	41	88	10	0	0	0	0	0	0	150
Total Calmas																	0

HORA 18																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA

SEPTIEMBRE  
OCTUBRE

HORA: 22																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	3	6	1	1	1	2	1	12	27	7	3	3	2	4	1	4	78
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	4	35	5	0	0	1	0	0	46	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	12	0	0	0	0	0	0	14	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	4	6	1	1	1	2	1	18	75	12	3	3	3	4	1	4	139
Total Calmas																	11

HORA: 23																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	7	10	5	0	1	0	0	6	31	11	1	2	1	2	0	3	80
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	1	34	6	0	0	0	0	0	42	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	0	0	0	10	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	7	10	6	0	1	0	0	8	74	17	1	2	1	2	0	3	132
Total Calmas																	18

HORA: 10																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	0	3	2	4	4	4	3	12	6	1	0	0	0	0	0	4	43
6-10 Nudos	1	1	0	0	1	0	0	15	30	4	0	0	1	0	0	53	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	8	29	1	0	0	0	0	39	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	15	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	1	4	2	4	5	4	4	40	75	6	0	0	1	0	0	4	160
Total Calmas																	5

HORA: 11																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	2	0	1	1	1	2	3	10	9	2	3	2	1	0	0	2	39
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	2	1	16	27	1	0	0	0	0	0	2	49
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	33	1	0	0	0	0	0	42	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	15	0	0	0	0	0	0	20	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	2	0	1	1	1	4	4	39	84	4	3	2	1	0	0	4	160
Total Calmas																	5

HORA: 12																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	0	0	0	0	1	2	0	4	5	0	1	0	0	0	2	0	15
6-10 Nudos	3	1	0	1	1	4	5	14	22	2	0	1	0	0	1	1	56
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	10	34	4	1	0	0	0	0	1	50
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	24	0	0	0	0	0	0	0	30
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	3	1	0	1	2	6	5	35	85	6	2	1	0	0	3	2	152
Total Calmas																	3

HORA: 13																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	4	0	0	1	1	1	3	3	5	1	2	0	2	0	0	0	23
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	3	15	15	3	1	1	0	0	2	2	43
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	0	11	34	1	1	0	2	0	0	1	51	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	3	31	1	0	0	0	0	0	0	35	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3	
SUMA	6	0	0	1	1	1	6	32	87	7	4	1	4	0	2	3	155
Total Calmas																	0

HORA: 6																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	16	7	5	0	3	2	3	3	11	5	1	1	6	4	3	8	78
6-10 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	1	23	6	0	0	0	0	0	0	31
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	16	7	6	0	3	2	3	4	37	11	1	1	6	4	3	8	112
Total Calmas																	43

HORA: 7																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	13	13	3	3	4	4	2	3	14	4	3	3	3	0	5	7	84
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	18	1	0	0	0	0	0	0	19	
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	13	13	3	3	4	4	2	3	36	5	3	3	3	0	5	7	107
Total Calmas																	46

HORA: 8																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	5	4	8	2	6	1	3	5	20	2	2	3	4	1	2	7	75
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	25	3	0	0	0	0	0	1	31
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	12	1	0	0	0	0	0	0	17
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SUMA	5	4	8	2	6	1	3	11	57	6	2	3	4	1	2	8	123
Total Calmas																	32

HORA: 9																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	3	4	6	6	4	10	20	2	0	1	2	5	1	0	65
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	13	31	4	1	0	0	0	0	1	50
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	22	0	0	0	0	0	0	0	24
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	1	0	3	4	6	6	4	25	74	6	1	1	2	5	1	1	140
Total Calmas																	15

HORA: 14																	
RUMBOS	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WMM	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	1	0	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	2	1	10
6-10 Nudos	4	1	0	0	0	0	1	7	13	2	1	0	0	2	2	2	35
11-15 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	19	25	2	1	0	1	0	1	1	52
16-20 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	7	38	1	0	0	0	0	0	0	47
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	7
SUMA	6	2	1	1	0	1	1	35	84								

# OCTUBRE

HORA: 18																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	7	1	1	2	0	0	1	5	4	0	0	0	3	0	1	25	
6-10 Nudos	4	6	5	0	1	0	1	4	14	0	0	1	1	0	6	43	
11-15 Nudos	3	0	0	1	0	1	5	41	1	0	0	0	1	0	1	54	
16-20 Nudos	0	0	0	0	1	0	5	23	0	0	0	0	0	0	0	29	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	
SUMA	14	7	6	2	2	1	3	19	84	1	0	1	5	0	8	153	
Total Calmas																	2

HORA: 19																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	7	5	0	0	2	1	0	4	4	4	2	1	2	1	1	35	
6-10 Nudos	10	9	2	0	3	0	0	4	21	1	0	0	1	1	0	6	58
11-15 Nudos	4	0	0	0	0	0	0	4	43	0	0	0	0	0	0	1	52
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	21	14	2	0	5	1	0	12	71	5	2	1	3	2	1	8	148
Total Calmas																	7

HORA: 20																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	9	3	2	2	3	0	3	2	10	3	1	1	0	1	2	4	46
6-10 Nudos	11	6	2	0	2	0	0	6	29	1	0	0	0	0	0	1	58
11-15 Nudos	0	2	1	0	0	0	0	9	26	1	0	0	0	0	0	0	39
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	20	11	5	2	5	0	3	17	68	5	1	1	0	1	2	5	146
Total Calmas																	9

HORA: 21																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	11	5	1	2	3	1	0	5	20	6	3	6	2	2	0	5	72
6-10 Nudos	2	5	4	0	0	0	0	5	41	4	0	0	0	0	0	1	62
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	0	0	11
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	13	10	5	2	3	1	0	13	69	10	3	6	2	2	0	6	145
Total Calmas																	10

HORA: 22																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	7	1	0	2	1	1	0	2	26	6	3	2	5	5	2	3	66
6-10 Nudos	2	2	0	0	0	0	0	2	43	4	0	0	0	0	0	0	53
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	2	9	1	0	0	0	0	0	0	12
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	9	3	0	2	1	1	0	6	79	11	3	2	5	5	2	3	132
Total Calmas																	23

HORA: 23																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	13	6	4	1	2	2	2	6	21	16	0	4	4	4	1	10	96
6-10 Nudos	1	1	0	0	0	0	0	2	25	1	1	0	0	0	0	0	31
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	14	7	4	1	2	2	2	8	52	17	1	4	4	4	1	10	133
Total Calmas																	22

# NOVIEMBRE

HORA: 6																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	22	10	3	3	1	1	1	6	21	6	0	3	2	7	2	9	97
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	1	10	2	1	0	0	0	0	0	15
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	23	10	3	3	1	1	1	7	32	8	1	3	2	7	2	9	113
Total Calmas																	37

HORA: 7																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	15	9	7	2	0	3	1	7	21	3	2	2	4	2	3	11	92
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	9	0	0	0	0	0	0	0	14
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	5
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	15	9	7	2	0	3	1	12	36	3	2	2	4	2	3	11	111
Total Calmas																	39

HORA: 8																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	6	9	4	2	8	2	3	12	12	5	4	3	1	4	1	4	80
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	18	2	0	0	0	0	0	0	23
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	2	0	12	0	0	0	0	0	0	0	14
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	6	9	4	2	8	2	5	15	42	7	4	3	1	4	1	4	117
Total Calmas																	33

HORA: 9																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	2	3	2	4	6	4	5	18	16	6	2	0	3	0	1	2	74
6-10 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	12	21	0	0	0	0	0	0	0	34
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	5	13	1	0	0	0	0	0	0	19
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	2	4	2	4	6	4	5	36	53	7	2	0	3	0	1	2	131
Total Calmas																	19

HORA: 10																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	1	3	2	3	7	4	8	14	13	1	1	1	2	2	2	1	65
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	1	2	9	26	7	0	0	0	0	0	0	45
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	10	13	3	0	0	0	0	0	0	26
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0	10
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	1	3	2	3	7	5	10	33	61	12	1	1	2	2	2	1	146
Total Calmas																	4

HORA: 11																	
RUMBOS																	
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NMW	SUMA
1-5 Nudos	2	0	2	1	6	5	10	14	8	2	1	0	3	1	0	2	57
6-10 Nudos	1	0	0	0	0	2	2	11	33	3	1	0	0	0	0	0	53
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	1	4	24	1	0	0	0	0	0	0	30
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0	9
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	3	0	2	1	6	7	13	32	72	6	2	0	3	1	0	2	150
Total Calmas																	0

HORA: 12													
RUMBOS													
VELOCIDAD	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE</						



HORA: 10																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	5	1	2	1	4	11	13	21	15	1	2	3	0	2	0	0	0	81
6-10 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	12	30	3	0	1	0	0	0	0	0	46
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	8	15	0	0	0	0	0	0	0	0	23
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	5	1	2	1	4	11	13	42	62	4	2	4	0	2	0	0	0	153
Total Calmas																		2

HORA: 11																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	1	1	2	3	2	3	16	16	15	5	1	0	0	1	0	0	0	66
6-10 Nudos	0	0	0	0	2	1	2	14	22	3	0	0	0	0	0	0	0	44
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	9	20	1	0	0	0	0	0	0	0	30
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	7	0	0	0	0	0	0	0	0	11
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	1	1	2	3	4	4	19	43	64	9	1	0	0	1	0	0	0	151
Total Calmas																		4

HORA: 12																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	3	1	3	5	4	5	20	11	0	1	1	0	1	0	1	0	55
6-10 Nudos	0	0	0	1	0	1	2	15	25	2	2	0	0	0	0	0	0	48
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	10	22	1	0	0	1	0	0	0	0	34
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	4	11	2	0	0	0	0	0	0	0	17
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	0	3	1	4	5	5	7	49	69	5	2	1	2	0	1	0	0	154
Total Calmas																		1

HORA: 13																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	3	1	1	3	3	5	10	8	1	0	0	0	1	1	2	4	42
6-10 Nudos	1	1	0	2	1	3	16	20	4	1	2	0	1	0	3	5	5	56
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	13	22	0	0	1	0	0	0	0	0	37
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	3	17	0	0	0	0	0	0	0	0	20
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	3	4	2	1	5	4	8	42	67	5	1	3	0	2	1	6	15	147
Total Calmas																		1

HORA: 18																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	8	8	2	4	3	0	2	3	6	2	0	1	4	5	3	11	6	62
6-10 Nudos	8	8	1	0	0	0	0	3	12	1	0	0	0	0	0	0	0	41
11-15 Nudos	2	1	0	0	0	0	0	7	28	1	0	0	2	1	1	1	4	44
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	18	17	3	4	3	0	2	13	51	4	0	1	6	6	4	20	15	152
Total Calmas																		3

HORA: 19																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	12	8	4	0	1	0	1	3	7	7	2	2	2	2	2	3	5	56
6-10 Nudos	8	9	2	0	0	1	0	3	20	3	0	1	1	0	2	4	5	54
11-15 Nudos	0	0	1	0	0	0	0	4	21	0	0	0	0	0	0	1	28	
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	9	
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	20	17	7	0	1	1	1	11	55	10	2	3	3	2	5	9	14	147
Total Calmas																		8

HORA: 20																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	7	8	2	0	4	2	3	0	11	4	0	3	1	1	2	4	5	52
6-10 Nudos	7	6	0	0	0	0	0	5	36	8	0	0	1	0	2	0	0	65
11-15 Nudos	1	1	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0	0	0	0	0	0	18
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	15	15	2	0	4	2	3	6	63	12	0	3	2	1	4	4	13	136
Total Calmas																		19

HORA: 21																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	9	13	3	2	2	3	0	3	14	10	2	2	2	1	3	8	7	77
6-10 Nudos	3	3	1	0	0	0	0	1	32	9	0	0	0	1	0	0	0	50
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	2	7	0	1	0	0	0	0	0	0	11
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SUMA	13	16	4	2	2	3	0	6	53	19	3	2	2	2	3	8	13	138
Total Calmas																		17

HORA: 14																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	0	4	2	0	4	1	3	3	6	1	0	2	1	2	0	1	0	30
6-10 Nudos	3	1	2	0	1	0	0	11	15	1	0	1	1	3	5	2	4	46
11-15 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	9	21	0	0	0	0	0	0	0	0	32
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	6	29	4	0	0	0	0	0	0	0	41
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5
SUMA	4	5	4	0	5	2	4	29	75	6	0	3	2	5	5	4	13	153
Total Calmas																		2

HORA: 15																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	2	1	1	2	1	2	6	2	1	1	1	0	1	2	1	2	27
6-10 Nudos	4	2	1	0	1	0	3	4	10	3	0	0	1	3	5	7	4	44
11-15 Nudos	0	0	0	1	0	1	0	8	23	1	0	0	0	0	0	1	4	39
16-20 Nudos	1	1	0	0	0	2	1	3	30	0	0	0	0	0	0	0	0	39
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5
SUMA	8	5	2	2	3	4	6	21	70	5	1	1	1	4	8	12	15	153
Total Calmas																		2

HORA: 16																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	2	1	3	2	3	1	1	3	1	2	1	1	0	2	5	4	34
6-10 Nudos	10	3	1	1	1	0	0	5	4	4	0	0	0	1	0	7	10	47
11-15 Nudos	2	1	0	1	1	0	0	7	27	3	0	0	0	0	0	0	0	46
16-20 Nudos	0	1	0	0	0	0	0	2	17	0	0	0	0	0	0	0	0	20
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
SUMA	15	7	2	5	4	3	1	15	53	8	2	1	1	2	12	18	14	149
Total Calmas																		6

HORA: 17																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	3	9	3	1	2	0	2	6	1	0	1	0	2	4	3	5	4	42
6-10 Nudos	11	5	1	1	0	0	0	2	7	2	0	0	0	0	0	5	7	41
11-15 Nudos	3	0	1	1	1	0	0	6	20	1	0	0	0	0	0	1	4	38
16-20 Nudos	1	0	0	0	0	0	0	3	22	1	0	0	0	0	0	0	0	28
>20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SUMA	18	14	5	3	3	0	2	17	51	4	1	0	2	4	9	17	16	150
Total Calmas																		5

HORA: 22																		
RUMBOS		N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	SUMA
1-5 Nudos	8	8	6	3	1	1	0	2	20	8	2	2	6	5	7	3	6	62
6-10 Nudos	3	2	0	1	1	0	0	0	36	7	0	0	0	0	0	0	0	60
11-15 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4
16-20 Nudos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>20 Nudos	0	0																

## HOJA DE VIDA

### DATOS PERSONALES

NOMBRE: GUSTAVO ANDRÉS MORA RUIZ

NACIONALIDAD: ECUATORIANA

FECHA DE NACIMIENTO: 09 DE MARZO DE 1987

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 180344377-7

TELÉFONOS: 032417836 / 032820501/ 087392219

CORREO ELECTRÓNICO: gustand87@hotmail.com

DIRECCIÓN: HERMELINDA URBINA Y ERNESTO ALBÁN, LA FLORESTA II, AMBATO, ECUADOR.



### ESTUDIOS REALIZADOS

Dirección Provincial de Educación de Tungurahua; TERMINACIÓN DE LA INSTRUCCIÓN PRE-PRIMARIA en el Jardín de Infantes U.E. Luis A. Martínez; Diploma; Ambato; Julio de 1993.

Conservatorio de Música, Teatro y Danza “La Merced” de Ambato; ESTUDIOS MUSICALES EN EL NIVEL INICIAL; Certificado; Ambato; Septiembre de 1997.

I.T.S.E. Luis A. Martínez; TERMINACIÓN DE LA EDUCACIÓN PRIMARIA; Diploma; Ambato; Agosto de 1999.

### TÍTULOS OBTENIDOS

Ministerio de Educación y Cultura, Dirección Provincial de Educación de Tungurahua, Departamento de Régimen Escolar; BACHILLER EN CIENCIAS ESPECIALIZACIÓN FÍSICO – MATEMÁTICAS, del Colegio Diocesano San Pío X; Certificado; Ambato, Julio del 2005.

Escuela de Conductores No Profesionales; CURSO DE CONDUCCIÓN;  
Título De Conductor No Profesional; Latacunga; Diciembre del 2006.

### **EXPERIENCIA PROFESIONAL O PRÁCTICAS PREPROFESIONALES**

Fuerza Aérea Ecuatoriana, Base Aérea Cotopaxi; PASANTÍA EN LA  
ESPECIALIDAD DE MANTENIMIENTO DE AVIONES EN EL PROGRAMA  
GV-1; Certificado; Latacunga; Septiembre del 2008; 720 horas.

Pasantías pagadas en Mantenimiento de los Aviones Kfir 1 CE y Mirage F1.

### **CURSOS Y SEMINARIOS**

Asociación de Profesores y Empleados del Instituto Superior de Artes en  
Música, “La Merced”, “APEC”; CURSO DE AMBIENTACIÓN MUSICAL;  
Certificado; Ambato, Septiembre de 1994.

Casa de la Cultura Benjamín Carrión Núcleo del Tungurahua; TEATRO  
INFANTIL; Certificado; Ambato; Septiembre de 1995.

Festival Atlético Infantil Supercampeones 98 Tang; SUPERCAMPEONES  
TANG; Diploma; Ambato; Noviembre de 1998.

Casa de la Cultura Benjamín Carrión Núcleo del Tungurahua;  
COMPUTACIÓN NIVEL II; Certificado; Ambato; Septiembre del 2000.

Federación Ecuatoriana de Karate; KARATE – DO (rango 8 KYU); Diploma  
F.E.K.; Ambato; Septiembre de 2000.

Universidad Técnica de Ambato, Centro Académico de Capacitación  
Informática; DIBUJO TÉCNICO CON COREL DRAW; Certificado; Ambato;  
Mayo del 2002; 20 horas.



Universidad Técnica de Ambato, Centro Académico de Capacitación Informática; EXCEL APLICADO A LAS FINANZAS; Certificado; Ambato; Mayo del 2002; 30 horas.

Fuerza Terrestre, Escuela de Formación de Soldados de la Fuerza Terrestre; INSTRUCCIÓN MILITAR ESTUDIANTIL VOLUNTARIA Y APOYO A LA COMUNIDAD; Diploma; Ambato; Junio del 2004.

Fuerza Aérea Ecuatoriana, Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico; III JORNADAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA ITSA 2006 CAPÍTULO AEROESPACIAL; Certificado; Latacunga; Junio del 2006.

Instituto Superior de Ciencias Médicas de la Habana – Cuba, Facultad de Ciencias de la Salud UTA – Ecuador; CONOCER CUBA, SU SISTEMA DE SALUD Y SU REALIDAD SOCIAL; Diploma, Ciudad Habana, Agosto del 2005.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico; Inglés Técnico I y II aprobados.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico; Suficiencia en Inglés; Certificado.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico; CURSO INICIAL DEL AVIÓN BOEING 737 - 200; Certificado; Latacunga; Septiembre del 2008; 132,5 horas.

Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico; CURSO INICIAL DEL AVIÓN EMBRAER E – 170; Certificado; Latacunga; Marzo del 2009; 120 horas.

**HOJA DE LEGALIZACIÓN DE FIRMAS**

**DEL CONTENIDO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN SE  
RESPONSABILIZA EL AUTOR**

---

**GUSTAVO ANDRÉS MORA RUIZ**

**DIRECTOR DE LA CARRERA DE MECÁNICA AERONÁUTICA**

---

**ING. JOSÉ GUILLERMO TRUJILLO JARAMILLO**

Latacunga, Octubre 06 del 2009

## **CESIÓN DE DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL**

Yo, GUSTAVO ANDRÉS MORA RUIZ, Egresado de la carrera de MECÁNICA AERONÁUTICA-MOTORES, en el año 2009, con Cédula de Ciudadanía N° 180344377-7, autor del Trabajo de Graduación ESTUDIO MECÁNICO DE UN AEROGENERADOR PARA EL INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR AERONÁUTICO, cedo mis derechos de propiedad intelectual a favor del Instituto Tecnológico Superior Aeronáutico. Para constancia firmo la presente cesión de propiedad intelectual.

---

**Gustavo Andrés Mora Ruiz**

---

Latacunga, Octubre 06 del 2009