



**Universidad
Técnica de
Cotopaxi**

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y
APLICADAS

INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AEREOGENERACIÓN TIPO
VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN
ELÉCTRICA.”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingeniero
Electromecánico

Autores:

Alarcón Heredia Robinson Eduardo

Jácome Toca Luis Eduardo

Director:

Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda

Latacunga - Ecuador
2017



APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente informe de investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Alarcón Heredia Robinson Eduardo N.C. 172404936-4 y Jácome Toca Luis Eduardo N.C. 050306283-8, con el Título de Proyecto de Investigación:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AEREOGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA.” ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación de Proyecto.

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

Latacunga, 29 Enero del 2017

Para constancia firman:

Ing. Enrique Torres
CC: 1757121940
LECTOR 1

Ing. Mauro Albarracín
CC: 0503113730
LECTOR 2

Ing. Mg. Cristian Gallardo
C.C. 050284769-2
LECTOR 3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros Alarcón Heredia Robinsón Eduardo y Jácome Toca Luis Eduardo declaramos ser autores del presente proyecto de investigación:

“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AÉROGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA”, siendo el Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Alarcón Heredia Robinsón Eduardo
172404936-4



Jácome Toca Luis Eduardo
050306283-8

AVAL DEL DIRECTOR DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Director del Trabajo de Investigación sobre el tema:

“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AÉROGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA”, de Alarcón Heredia Robinsón Eduardo y Jácome Toca Luis Eduardo, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho Informe Investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científico-técnicos suficientes para ser sometidos a la evaluación del Tribunal de Validación de Proyecto que el Honorable Consejo Académico de la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe, para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 22 de Febrero del 2017

El Director



Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda
TUTOR DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

AVAL DE IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Oficio N.- 10-TPCH

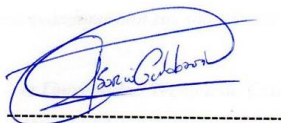
El Chaupi, 20 de Enero del 2017

CERTIFICACIÓN

En calidad de Teniente Político de la Parroquia El Chaupi, Cantón Mejía, Provincia de Pichincha, certifico que el proyecto de investigación e implementación se encuentra en perfecto funcionamiento: **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AÉROGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA”** Los señores ALARCÓN HEREDIA ROBINSON EDUARDO y JÁCOME TOCA LUIS EDUARDO realizan la implementación de un aerogenerador vertical con la finalidad de dotar de luz eléctrica a una vivienda en la parroquia el Chaupi barrio Llano Largo, cantón Mejía provincia de pichincha.

Los autorizo para que usen el presente documento para cualquier fin legal pertinente en la carrera de Ingeniería Electromecánica en la Universidad Técnica de Cotopaxi.

Atentamente,



Tlga. Sonia Calderón

TENIENTE POLITICO DE LA PARROQUIA EL CHAUPI

AGRADECIMIENTO

En primera instancia agradezco a Dios por haber permitido culminar una de varias metas anheladas y por tener unos padres tan excepcionales que día a día me han impulsado a culminar lo que inicio motivándome con sus sabios consejos y su apoyo incondicional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi por brindarme su acogida en la cual pude cristalizar uno de mis sueños de juventud.

A los docentes y en especial al Ing. Carlos Espinel quien dirigió este proyecto de investigación depositando su confianza y conocimientos para poder culminar con éxito este sueño tan anhelado.

Eduardo

AGRADECIMIENTO

En el presente proyecto de investigación quiero dar gracias a Dios y a la Santísima Cruz por la salud y sabiduría para ayudar a cumplir cada una de mis metas propuesta.

También quiero agradecer a mi madre por ser la persona quien siempre estuvo apoyándome en cada momento, me ha brindado todo el amor, y comprensión y siempre me ayuda con sus consejos en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis abuelitos Miguel y María a mi tío Jorge quienes con su ayuda y apoyo incondicional han sido de gran apoyo en mi vida.

A mi hermano Cristian y a las personas que siempre estuvieron conmigo en toda esta trayectoria para lograr este objetivo.

Este proyecto de investigación es el resultado del esfuerzo conjunto con mi compañero, amigo Robinsón Alarcón. Por esto agradezco a nuestro director de tesis Ing. Carlos Espinel quien a lo largo del tiempo, ha puesto a prueba mi capacidad y conocimiento en el desarrollo de este proyecto eólico el cual ha finalizo llenando todas nuestras expectativas. A mis docentes a quienes les debo una gran parte de mis conocimientos. Gracias a sus paciencia y enseñanza.

Finalmente un eterno agradecimiento a la prestigiosa Universidad Técnica de Cotopaxi la cual abre sus puertas a jóvenes como nosotros preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Luis

DEDICATORIA

A mis padres por ser los pilares fundamentales de este sueño en mi vida por sus innumerables esfuerzos y saber cómo impulsarme para seguir adelante con mis aspiraciones sin importar las adversidades que te pueda poner la vida.

Quiero extender de la forma más especial posible un dios le pague y unas gracias padres por la confianza depositada.

A mi Hermana por su apoyo y su forma tan especial de levantarme el ánimo en esos momentos difíciles.

Por ustedes soy quien soy en esta vida.

Eduardo

DEDICATORIA

En la vida nos topamos con gratas personas que sin darse cuenta terminan formando parte de nuestras vidas, compartiendo desde un saludo hasta un agradecimiento eterno. En mi caso, me topé con personas maravillosas que forman parte de mi vida, y quiero agradecer en especial:

A Dios todopoderoso y la Santísima Cruz por sus favores concebidos, espero que siempre me escuches como hasta ahora lo has hecho, mil gracias “Mi Dios”

A Mi madre, Blanca Toca. Por llevarme al principio de mi carrera y por siempre estar pendiente de mí y darme todo el apoyo que he necesitado.

A mi hermano Cristian y a mi tío Jorge, por estar al pendiente de mí y brindarme su ayuda incondicional y estar en los momentos difíciles de mi vida.

Muchísimas gracias. A todas aquellas personas que formaron, parte de mi vida, y que de alguna u otra manera contribuyeron a la iniciativa de mi carrera y al logro de este trabajo de grado, mi esfuerzo.

Luis

ÍNDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. RESUMEN DEL PROYECTO.....	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO.....	4
5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	4
6. OBJETIVOS.....	4
General.....	4
Específicos.....	5
7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA.....	6
8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA.....	8
Energías renovables	8
Energía eólica.....	8
Recurso eólico	9
Velocidad y dirección del viento	9
8.1. Sistemas de Aerogeneración	9
Aerogeneradores.....	9
Consideraciones básicas de carga.....	10
Aerogeneradores de eje horizontal	10
Aerogeneradores de eje vertical	11
8.3. La energía en el viento: densidad del aire y área de barrido del rotor	13
8.4. Potencial eólico	13
Dimensionamiento del sistema de acumulación.....	15
Dimensionamiento del inversor.....	16
Dimensionamiento del regulador.....	16
8.5. Medición anemométrica	16
Calidad del anemómetro.....	17
8.6. Demanda energética.....	17
8.7. Curva de Potencia.....	17
8.9. Densidad Del Aire	19
8.10. Velocidad Del Viento.....	19
8.11. Potencia Eólica	19
8.12. Selección Del Aerogenerador.....	20
9. HIPÓTESIS	20
10. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	20

Método Analítico.....	20
Método Hipotético-Deductivo	21
10.1. Análisis de factibilidad	21
10.2. Desarrollo de la propuesta.....	21
10.3. Estudio Eólico	21
10.6. Diseño Y Selección De Equipos:.....	35
Características de la serie FD- M: 1000W	35
Características Del Aerogenerador 1000w.....	35
11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	36
11.1. Operalización de las variables	36
11.2. Cálculo del potencial.....	37
Cálculo del potencial eólico	37
11.3. Determinación de los sistemas de generación.....	38
Determinación de potencia del aerogenerador	38
Dimensionamiento del sistema de acumulación:.....	39
Dimensionamiento del inversor:.....	39
Dimensionamiento del regulador:.....	39
11.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EÓLICO	40
Montaje e instalación de la torre y aerogenerador	40
Instalación Eléctrica	41
Equipos utilizados en el montaje del sistema	42
12. IMPACTOS	43
12.1. Impacto Técnico	43
12.2. Impacto Económico	43
12.3. Impacto Social	43
13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO	43
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	44
15. BIBLIOGRAFÍA.....	45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Coeficiente de potencia	11
Figura 2. Aerogenerador eolo	12
Figura 3. Curva de potencia típica de un aerogenerador	18
Figura 4. Áreas de medición.....	19
Figura 5. Aerogenerador de eje vertical tipo eolo	20
Figura 6. Velocidades máximas y mínimas de Febrero.....	23
Figura 7. Velocidades máximas y mínimas de Marzo.....	25
Figura 8. Velocidades máximas y mínimas de Abril.....	26
Figura 9. Velocidades máximas y mínimas de Mayo.....	28
Figura 10. Velocidades máximas y mínimas de Junio	30
Figura 11. Velocidades máximas y mínimas de Julio	31
Figura 12. Velocidades máximas y mínimas de mediciones durante 1 año y 6 meses	33
Figura 13. Tiempo de estudio eólico durante 1 año y 6 meses.....	34
Figura 14. Instalación del aerogenerador y torre	40
Figura 15. Diagrama eléctrico del sistema eólico.....	41

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y metodología	6
Tabla 2. Teorema de Betz	14
Tabla 3. Estudio eólico de Febrero	22
Tabla 4. Estudio eólico de Marzo	23
Tabla 5. Estudio eólico de Abril	25
Tabla 6. Estudio eólico de Mayo	27
Tabla 7. Estudio eólico de Junio	28
Tabla 8. Estudio eólico de Julio	30
Tabla 9. Estudio eólico promedio de mediciones durante 1 año y 6 meses	32
Tabla 10. Cálculo de la demanda	34
Tabla 11. Características del aerogenerador 1000W	35
Tabla 12. Operalización variable independiente	36
Tabla 13. Operalización variable dependiente	37
Tabla 14. Equipos utilizados en el sistema	42
Tabla 15. Presupuesto del proyecto	43

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERIA Y APLICADAS

TITULO: “IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AÉROGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA.”

Autor/es: Alarcón Heredia Robinsón Eduardo
Jácome Toca Luis Eduardo

RESUMEN

La energía eólica es una alternativa energética renovable que no contamina el medio ambiente, logrando conforme al paso del tiempo desarrollarse significativamente en el país una producción de 45 a 50 MW prueba de esto es la implementación de parques eólicos en diferentes partes del Ecuador. Esta investigación tiene como objetivo, implementar a una vivienda un servicio eléctrico aprovechando un recurso natural, buscando el óptimo aprovechamiento de la fuerza del viento. Se implementó un sistema de captación eólico a través de un aerogenerador de tipo vertical, para generar energía eléctrica. Logrando eliminar el problema presente en una vivienda ubicado en la parroquia el Chaupi en el barrio Llano Largo, cantón Mejía provincia de Pichincha. La falta de energía eléctrica dio paso al estudio y análisis del potencial eólico y permitiendo una implementación de energía alternativa para una vivienda en dicho sector, el sistema que se ha desarrollado beneficiara al propietario de la vivienda. Con la recopilación de datos de las mediciones obtenidas del potencial eólico en un periodo de 1 año y 6 meses se realizó el análisis para determinar la eficiencia eólica para convertirla a energía eléctrica permitiendo de esta forma que opere el aerogenerador vertical dicha energía se va almacenar durante varios días, con el objetivo de disponer energía en periodos de viento en calma, este sistema utiliza un inversor que va a transformar y ampliar la corriente continua en alterna. El voltaje obtenido es de 110v el mismo que va a ser sometido a una carga eléctrica generada por focos y sobredimensionada para electrodomésticos. La presente propuesta eólica, se realizó con la implementación de un aerogenerador tipo vertical el mismo que permite obtener una generación óptima de permitiendo satisfacer la demanda requerida de 577 W en la vivienda, en donde se tiene una velocidad de viento promedio de 8.97 m/s a una altura de 5m el mismo que es idóneo para un excelente funcionamiento del equipo instalado.

Palabras clave: Implementación, Energía Eólica, Aerogenerador.

UNIVERSITY TECHNICAL OF COTOPAXI

ABSTRACT

THEME: "IMPLEMENTATION OF A VERTICAL TYPE OF VERTICAL LOW WIND SPEED FOR ELECTRIC GENERATION."

AUTHORS: Alarcón Heredia Robinsón Eduardo

Jácome Toca Luis Eduardo

The wind energy is a renewable energy alternative that It doesn't pollute the environment. Achieving over time develop significantly in the country a production of 45 to 50 KW. A proof of it, is the implementation of wind parks in different places of Ecuador. This investigation has like an object. To implement in a house an electric services, looking for the best use of the winds force. A wind catchment system was implanted through by a vertical wind generator to generate wind energy. Achieving eliminate the present problem in a house located in the neighborhood El Chaupi - Llano Largo, in Mejía, Pichinchas province. The missing of electric energy gave to start the study and the analysis of the wind potential. Allowing an implementation of alternative energy for a house on that place. The system that has been developed is going to help to the house's owner. With data collection obtained of the wind potential in a period of one year and six months. It has done the analysis to determinate the wind efficiency, in order to convert in wind energy allowing to vertical wind generator operate. That energy is going to be stored, during some days. In order to manage energy in periods without wind. This system works with an invert. This inverter is going to change and expand the current electric to an alternating. The voltage obtained is 100V, which is going to be an electrical current generated by foci and over measure for electrodomestics. This wind proposal has been done with the implementation of a vertical wind generator, which allows to obtain a good generation to satisfy the require of 577 W in the house. There is an averag of wind speed about 8.97 m/s in 5 m of heighth. These ones are suitable for an excellent work of the installed equipment.

Keywords: Implementation, Wind Energy, Wind Turbine.



AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro Cultural de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal CERTIFICO que: La traducción del resumen del Proyecto de Titulación II, al Idioma Inglés presentado por los señores: Alarcón Heredia Robinson Eduardo N.C. 172404936-4 y Jácome Toca Luis Eduardo N.C. 050306283-8, Egresados de la Carrera de Ingeniería Electromecánica de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas: cuyo título versa **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE AEREOGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA”**, lo realizó bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo al peticionario hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, 19 de Enero del 2017

Atentamente,

Lic. MARCELO PACHECO PRUNA
C.C. 0502617350
DOCENTE CARRERA DE INGLÉS

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

“IMPLEMENTACION DE UN SISTEMA DE AÉROGENERACIÓN TIPO VERTICAL DE BAJA VELOCIDAD DE VIENTO PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA.”

Fecha de inicio: Febrero - 2015

Fecha de finalización: Julio - 2016

Lugar de ejecución:

El Chaupi – El Chaupi – Machachi – Pichincha - Zona 2 - Universidad Técnica De Cotopaxi.

Unidad Académica que auspicia

Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas

Carrera que auspicia:

Carrera de Ingeniería Electromecánica

Equipo Del Proyecto De Investigación

Tutor del Proyecto de Investigación:

- Nombres Y Apellidos: Ing. Carlos Alfredo Espinel Cepeda
- Celular: 0984744165
- E-Mail: chinoespinel@yahoo.es espinelc.caec@gmail.com
- Dirección: Latacunga

Coordinadores de proyecto:

- Nombres Y Apellidos: Robinson Eduardo Alarcón Heredia
- Celular: 0994195704
- E-Mail: robinsonalarcon99@gmail.com
- Dirección: Machachi Barrio San Antonio de Chanizas

Coordinadores de proyecto:

- Nombres Y Apellidos: Luis Eduardo Jácome Toca
- Celular: 0979045434
- E-Mail: luisjacome91@hotmail.es
- Dirección: Latacunga

Área de Conocimiento:

Manejo e implantación de energía renovable.

Línea de investigación:

Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sub líneas de investigación de la carrera:

- Implementación y explotación de sistemas de energías alternativas.
- Promover el aprovechamiento de las energías alternativas, fomentar y promocionar el uso eficiente de la energía (Eficiencia Energética) en los diferentes sectores con carácter de ayuda social.

2. RESUMEN DEL PROYECTO

La energía eólica es una alternativa energética renovable que no contamina el medio ambiente, logrando conforme al paso del tiempo desarrollarse significativamente en el país una producción de 45 a 50 MW prueba de esto es la implementación de parques eólicos en diferentes partes del Ecuador. Esta investigación tiene como objetivo, implementar a una vivienda un servicio eléctrico aprovechando un recurso natural, buscando el óptimo aprovechamiento de la fuerza del viento. Se implementó a nivel de ingeniería un sistema de captación eólico a través de un aerogenerador de tipo vertical, para generar energía eléctrica. Logrando eliminar el problema presente en la parroquia el Chaupi en el barrio Llano Largo, cantón Mejía provincia de Pichincha. La falta de energía eléctrica dio paso al estudio y análisis del potencial eólico y permitiendo una implementación de energía alternativa para una vivienda en dicho sector, el sistema que se ha desarrollado beneficiara al propietario de la vivienda. Con la recopilación de datos de las mediciones obtenidas del potencial eólico en un periodo de dos años se realizó el análisis para determinar la eficiencia eólica para convertirla a energía eléctrica permitiendo de esta forma que opere el aerogenerador vertical dicha energía se va almacenar durante varios días, con el objetivo de disponer energía en periodos de viento en calma, este sistema utiliza un inversor que va a transformar y ampliar la corriente continua en alterna. El voltaje obtenido es de 110v el mismo que va a ser sometido a una carga eléctrica generada por focos y sobredimensionada para electrodomésticos. La presente

propuesta eólica, se realizó con la implementación de un aerogenerador tipo vertical el mismo que permite obtener una generación óptima de permitiendo satisfacer la demanda requerida de 577 W en la vivienda en la vivienda, en donde se tiene una velocidad de viento promedio de 8.97 m/s a una altura de 5m el mismo que es idóneo para un excelente funcionamiento del equipo instalado.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El presente proyecto está orientado en la generación alternativa de electricidad con la finalidad de dotar de energía eléctrica a una vivienda que no cuentan con este servicio por situación mental y económica del propietario del inmueble, se realizó un estudio de campo para conocer de esta forma las condiciones climáticas del sector para implementar un sistema de generación eléctrica que en este caso será el aerogenerador vertical, que cuenta con las características idóneas de funcionamiento para las condiciones existentes en el sector.

Esta investigación ampliará el conocimiento práctico y teórico de las instalaciones de energía alternativas renovables enfocándonos en el aerogenerador y sus respectivos estudios de potencial energético se podrá obtener bajo ciertas condiciones climatológicas de un determinado sector permitiéndonos de esta manera dimensionar la energía que se podría llegar a producir.

El aerogenerador vertical dará beneficio directo al propietario de la vivienda, donde se dotara de energía eléctrica para iluminación, funcionamiento de electrodomésticos y de forma indirecta beneficiara los estudios realizados en este proyecto a terceras personas que necesiten una guía o conocimiento de cómo llevar a cabo un estudio de esta índole.

El presente proyecto va enfocado a la ayuda social de una persona que no se encuentra en las condiciones mentales óptimas y tampoco puede sustentarse económicamente como para contar con un servicio del tendido eléctrico, fue factible realizar un estudio para determinar las condiciones para la implementación de un aerogenerador teniendo un impacto positivo en la ayuda social que se logra con esta implementación.

Este proyecto tiene como finalidad dotar de energía eléctrica a una vivienda las 24 horas del día y los 365 días al año siendo un sistema autosustentable que no requiere otro gasto adicional para su generación diaria.

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

El beneficiario Directos con la implementación de este sistema es el propietario de la vivienda.

5. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El principal problema a resolver es la falta de energía eléctrica por la condición mental y económica de la persona, puesto que no está en la capacidad de realizar pagos mensuales y para adquirir energía del tendido eléctrico es necesario realizar un proyecto privado que no puede ser costado por su dueño.

La carencia de energía para iluminación es un verdadero peligro por la simple razón que la persona busca la forma para iluminarse por las noches y una de esas formas más habituales es el uso de la vela que con la combustión de una mecha brinda iluminación, pero es peligroso porque si se cae o es colocada en un lugar inadecuado puede ocasionar un incendio.

La urgente necesidad de tener energía eléctrica en esta vivienda es mejorar el estándar de vida de la persona, por esta razón se propone la implementación de un sistema de energía eléctrica y los previos estudios han denotado como opción más factible un aerogenerador vertical por las bajas velocidades de viento que posee este lugar, no se ha podido aprovechar la energía solar por que la irradiación es baja y mucho menos la energía hidráulica por la escases de ríos y no contar con un desnivel adecuado en el terreno para aprovechar la energía hidráulica. Se dota de energía eléctrica a la vivienda implementando el aerogenerador vertical logrando satisfacer una de las necesidades dentro de la vivienda eliminando de esta forma un riesgo latente de incendio por el uso de la vela que utilizaba para su iluminación nocturna.

6. OBJETIVOS

General

- Analizar el potencial eólico del sector el Chaupí mediante los equipos de medición y estudios técnicos para la implementación de un aerogenerador tipo vertical permitiendo abastecer de energía eléctrica a una vivienda.

Específicos

- Recopilar información relacionadas con el proyecto como fuentes bibliográficas, para determinar el desarrollo de la construcción del sistema de generación eléctrica.
- Seleccionar el aerogenerador adecuado para las condiciones climáticas del sector
- Analizar la generación eléctrica que se alcanzara y sus factores para que sea cien por ciento confiable enfocándose en las características de funcionamiento del aerogenerador y condiciones climáticas en el transcurso de 1 año y 6 meses.
- Implementar un aerogenerador que funcione adecuadamente con las características climatológicas del sector.

7. OBJETIVOS ESPECÍFICOS, ACTIVIDADES Y METODOLOGÍA

Tabla 1. Actividades y metodología

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
Recopilar información relacionadas con el proyecto como fuentes bibliográficas, para determinar el desarrollo de la construcción del sistema de generación eléctrica.	Recopilar datos de libros y catálogos de los equipos.	Investigación adecuada del proyecto encontrada en libros y catálogos para su diseño e implementación.	Investigación de Campo
Seleccionar el aerogenerador adecuado para las condiciones climáticas del sector.	Cálculo y dimensionamiento del aerogenerador en base a la eficiencia eólica.	Dimensionamiento de los componentes del aerogenerador vertical	Investigación Científica
Analizar la generación eléctrica que se alcanzara y sus factores para que sea cien por ciento confiable enfocándose en las características de funcionamiento del aerogenerador y condiciones climáticas en el transcurso un año y medio.	Analizar la cantidad de energía que producirá diariamente.	Generación alcanzada y estimada en la vivienda.	Investigación de Campo

Objetivo	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la metodología por actividad
<ul style="list-style-type: none"> Implementar un aerogenerador que funcione adecuadamente con las características climatológicas del sector. 	Implementar un aerogenerador que satisfaga la necesidad actual	Verificar el funcionamiento adecuado del aerogenerador	Investigación de Campo

Elaborado por: Grupo investigador

8. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

Energías renovables

“Las energías renovables son aquellas que se derivan de la energía que el sol nos envía de forma continua a la tierra. Las podemos recuperar de diferentes formas: Radiación solar, viento, movimiento de aguas, etc.” Menéndez (1997)

“Las energías renovables se producen de manera continua y son inagotables a escala humana. Además tienen la ventaja adicional de poder complementarse entre sí, favoreciendo la integración entre ellas. Son respetuosas con el medio ambiente, y aunque ocasionen efectos negativos sobre el entorno, son mucho menores que los impactos ambientales de las energías convencionales”. Méndez & Cuervo (2008)

De las definiciones mencionadas anteriormente se puede definir que la energía renovable es aquella que no consume y además no contamina, es decir, que se trata de fuentes de suministro que pueden hacer de la energía un elemento sostenible.

Energía eólica

“El sol provoca en la tierra las diferencias de presión que dan origen a los vientos. Es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire y que es transformada en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. La energía eólica es un recurso abundante, renovable, limpio y ayuda a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero al reemplazar termoeléctricas a base de combustibles fósiles, lo que la convierte en un tipo de energía verde”. Méndez & Rodríguez (2012)

Ventajas

- Evita la importación de carbón, petróleo y materiales radiactivos
- Evita grandes impactos ambientales como la lluvia ácida y el efecto invernadero
- Es barata y no produce residuos
- La tecnología necesaria para instalarla es sencilla
- Los espacios ocupados pueden permitir la actividad agrícola

Recurso eólico

El recurso para la generación de energía eólica es el viento, el cual es generado por corrientes de aire debido al desigual calentamiento de la superficie de la tierra. Así, la no uniformidad del flujo de radiación solar incidente hace que unas zonas se calienten más que otras, provocando movimientos convectivos de la masa atmosférica. El aire caliente asciende, arrastrando aire más frío proveniente de una región vecina. Al subir se enfría, por lo que aumenta su densidad, descendiendo para volver a repetir el ciclo. Así, el viento es una masa de aire en movimiento, y como tal, contiene una cierta energía cinética, y de esta forma se le puede utilizar para la generación de energía eléctrica por medio de aerogeneradores.

Velocidad y dirección del viento

La dirección del viento viene definida por el punto del horizonte del observador desde cual sopla. En la actualidad, se usa internacionalmente la rosa dividida en 360°. El cálculo se realiza tomando como origen el norte y contando los grados en el sentido del reloj.

La velocidad del viento se mide utilizando un anemómetro el cual es ubicado a una cierta medida de altura sobre el nivel del mar. Para análisis del viento dirigidos a su utilización energética se emplea como unidad de velocidad en m/s.

8.1. Sistemas de Aerogeneración

Aerogeneradores

“El aerogenerador es un generador de corriente eléctrica a partir de la energía cinética del viento, es una energía limpia y también la menos costosa de producir, lo que explica el fuerte entusiasmo por esta tecnología”. Solé. (2008) define

Los aerogeneradores, tienen diversas aplicaciones específicas, ya sea eléctricas o de bombeo de agua, mediante el aprovechamiento y transformación de energía eólica en energía mecánica. Esta energía, es inagotable, no contamina; y aunque la instalación de uno de estos aparatos es relativamente costosa y morosa, a la larga se sentirán los resultados positivos, especialmente en el campo económico.

Consideraciones básicas de carga

Los aerogeneradores están contruidos para atrapar la energía cinética del viento. Así pues, se preguntará por qué los modernos aerogeneradores no se construyen con un gran número de palas del rotor, como en los viejos molinos de viento "americanos". Sin embargo, las turbinas con muchas palas o con palas muy anchas, esto es, turbinas con un rotor muy sólido, estarán sujetas a fuerzas muy grandes, cuando el viento sopla a una velocidad de huracán (recuerde que el contenido energético del viento varía con la del cubo de la velocidad del viento).

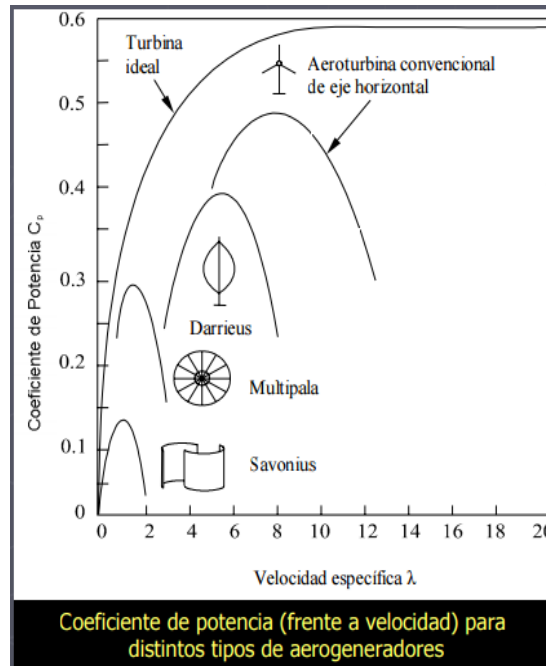
Esto se da particularmente en el caso de estar emplazados en un clima eólico muy turbulento. Los componentes sujetos a una flexión repetida pueden desarrollar grietas, que en última instancia pueden provocar la rotura del componente. Un ejemplo de esto es la enorme máquina alemana Growian (100 m de diámetro de rotor), que tuvo que ponerse fuera de servicio en menos de 3 semanas de funcionamiento. La fatiga del metal es un problema bien conocido en muchas industrias. Así pues, generalmente el metal no se elige como material para las palas del rotor.

En el diseño de una turbina eólica, es muy importante calcular por anticipado como vibrarán los diferentes componentes, tanto individualmente como en conjunto. También es importante calcular las fuerzas que participan en cada flexión y estiramiento de un componente. De esto se ocupa la dinámica estructural, donde los físicos han desarrollado modelos matemáticos de ordenador que analizan el comportamiento de toda la turbina eólica.

Aerogeneradores de eje horizontal

La razón es simple: todos los aerogeneradores comerciales conectados a la red se construyen actualmente con un rotor tipo hélice de eje horizontal. La figura 1 muestra el rendimiento (a través del coeficiente de potencia) de los distintos tipos de aerogenerador se discuten brevemente. Por supuesto, la finalidad del rotor es la de convertir el movimiento lineal del viento en energía rotacional que pueda ser utilizada para hacer funcionar el generador. El mismo principio básico es el que se utiliza en las modernas turbinas hidráulicas, en las que la corriente de agua es paralela al eje de rotación de los álabes de la turbina.

Figura 1. Coeficiente de potencia



Fuente: https://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_G9.pdf

Aerogeneradores de eje vertical

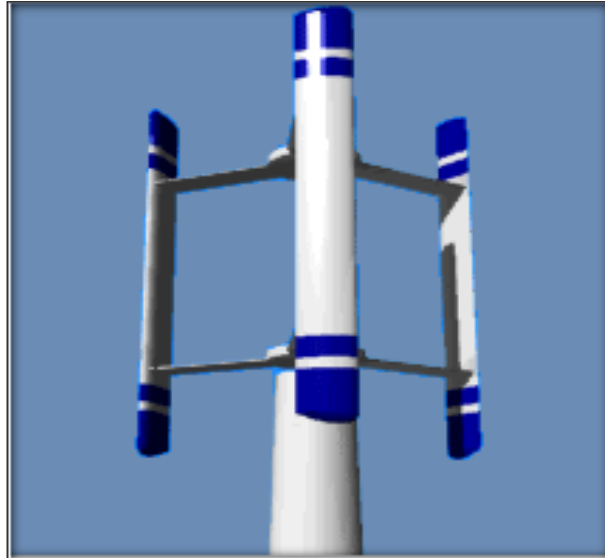
E1K - Aero generador eje vertical 1KW EOLO 1000

La producción de energía con el viento - El lugar del parque eólico tiene características únicas que la distinguen del gran viento: potencia limitada, espacio limitado, la importancia del factor estético, vientos hostiles y turbulencia, no tiene por qué producir ruido. Por eso, para uso en el hogar, no hay nada más adecuado para las turbinas eólicas de eje vertical: capturar el viento desde todas las direcciones no requieren orientación, tienen un tamaño reducido, que son hermosas y elegantes, y son silenciosas como se puede apreciar en la figura 2.

Como se ha mencionado, los aerogeneradores verticales o de eje vertical no necesitan mecanismo de orientación y lo que sería el generador eléctrico se puede encontrar situado en el suelo además un aerogenerador vertical de baja velocidad de arranque del viento, silencioso, seguro y confiable. Las palas son hechas de aleación de aluminio con un especial diseño aerodinámico, Los aerogeneradores de eje vertical pueden aprovechar mucho mejor el viento racheado y con turbulencias, y no precisan de sistema de orientación y adicional los aerogeneradores de eje vertical normalmente tienen un aspecto visual de menor impacto sus

dimensiones pueden ser pequeñas y no exigen una torre potente o equipamientos más complejos ya que están equipados para aprovechar mínimas velocidades de viento.

Figura 2: Aerogenerador eolo



Fuente: <http://www.lmagency.biz/contents/es/p58.html>

Su sistema de auto-frenado: por su propia naturaleza el perfil aerodinámico Savonius es auto-frenado: una turbina eólica de eje vertical no es necesario para frenar lo que la turbulencia. El aumento de la velocidad de rotación, de hecho, la cuchilla hace contra el viento por la limitación de freno y la estabilización de la velocidad de rotación.

Hoja de Datos Técnicos del fabricante

- Potencia máxima : 1K W
- Potencia nominal: 750 W
- Voltaje: 12/24 CC
- Corriente de salida máxima: 35 A
- N lames: 3
- Diámetro del rotor: 1.3 m
- Dimensiones: 130x180x130 cm
- Peso total: 22 kg
- Viento de arranque (3 palas): 2,9 m / seg
- La eficacia aerodinámica: 40 %
- Auto-orientada, de poco ruido

El kit se compone de los siguientes componentes:

- 1 x M39 - rotor de la turbina eólica de eje vertical hexapolar VAWT
- 1 x M12 - Alternator imán permanente dinamo 1Kw geared
- 1 x M40 - Palo universal para turbinas eólicas

El sistema más avanzado de toda la serie por el poder, la configuración y las soluciones técnicas. Para el uso doméstico e industrial.

8.2. Elementos de control y carga

Los elementos de control de carga para el sistema de generación son los siguientes.

- **Regulador de carga:** encargado de regular la cantidad de energía procedentes del sistema de generación y que se almacena en las baterías para su posterior uso. Estos elementos evitan cargas o descargas excesivas y protegen la vida de las baterías
- **Inversor de corriente:** encargado de transformar la corriente continua que proviene de los módulos/regulador en corriente alterna que almacenarán las baterías para posteriormente ser utilizada.
- **Sistema de almacenamiento:** está compuesto directamente de baterías las cuales almacenan energía, cuando la radiación solar y el viento disminuyen las baterías son las encargadas de alimentar a la carga, los bancos pueden ser desde dos baterías y en la mayoría de los casos, los bancos de baterías son flotantes, es decir, operan sin una conexión a tierra.

8.3. La energía en el viento: densidad del aire y área de barrido del 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.

8.4. Potencial eólico

El viento, considerado como recurso energético y desde el punto de vista de su disponibilidad como suministro, tiene sus características específicas: es una fuente con sustanciales

variaciones temporales, a pequeña y gran escala de tiempo, y especiales, tanto en superficie como en altura, contando además con una componente aleatoria que afecta en gran parte a su variación total.

La potencia suministrada por un aerogenerador depende de la superficie barrida por la hélice y, por tanto, de la longitud de las palas, y es independiente del número de palas. La energía que origina el viento es energía cinética, es decir, está causada por la masa del aire en movimiento:

Ley exponencial de Hellman

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

$$v = v_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^\alpha \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

h_0 es la altura del anemómetro con respecto al suelo en la estación de referencia;

v_0 . Es la velocidad del viento en la estación de referencia, a la altura h_0 ;

h . Es la altura del aerogenerador;

v : Es la velocidad del viento en el sitio de emplazamiento, a la altura h .

α : Es el exponente de Hellmann que varía con la rugosidad del terreno

Valores del exponente de Hellmann en función de la rugosidad del terreno.

Tabla 2. Teorema de Betz

Lugares llanos con hielo o hierba	$a = 0,08 - 0,12$
Lugares llanos (mar, costa)	$a = 0,14a$
Terrenos poco accidentados	$a = 0,13 - 0,16$
Zonas rústicas	$a = 0,2$
Terrenos accidentados o bosques	$a = 0,2 - 0,26$
Terrenos muy accidentados y ciudades	$a = 0,25 - 0,4$

Fuente: Méndez, J.M. (2012). Energía Eólica. Madrid, España: Fundación Confemetal

El valor del exponente α (coeficiente de rugosidad) en la fórmula se puede obtener por la expresión empírica:

$$\alpha = \frac{0.37 - 0.088 \cdot \ln v_0}{1 - 0.088 \cdot \ln \frac{h_0}{10}} \quad (\text{Ecuación 2})$$

La variación de la densidad en el lugar de estudio está determinada por:

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

Dónde:

Z: valor de la altura en metros sobre el nivel del suelo.

T: temperatura promedio.

La fórmula establecida para el potencial eólico es:

$$P = \frac{1}{2} * \rho * v^3 * r^2 * \pi \quad (\text{Ecuación 4})$$

P: es la potencia (W)

ρ : es la densidad del aire seco a la temperatura ambiente (kg/m³)

π : área circular barrida por las paletas del rotor (m²)

V: velocidad del aire (m/s)

Determinación de potencia del aerogenerador:

$$P = \text{Potencial eolico} * n \quad (\text{Ecuación 5})$$

Dónde:

n: Eficiencia de sistema 0,45

Pe: Potencia efectiva del aerogenerador

Dimensionamiento del sistema de acumulación

Para determinar el número de baterías requeridas en el sistema se utiliza la siguiente ecuación:

$$\text{Bateria} = \frac{CTB}{C_B} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Dónde:

CTB= Capacidad total de la batería.

C_B = Capacidad de la batería

Dimensionamiento del inversor

$$P_I = 1,25 * P_{AC} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Dónde:

P_{AC} = Total de carga en corriente alterna.

1,25 = Es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al inversor.

Dimensionamiento del regulador

$$I_R = 1,25 \frac{P_N * N}{V} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Dónde:

P_n = Potencia del aerogenerador

N= Numero de aerogeneradores

1,25 = Es un factor de seguridad para evitar daños ocasionales al regulador.

8.5. Medición anemométrica

Para determinar conceptos acerca de la medición anemométrica nos hemos basado en la publicación de MATTIO, Fernando, TILCA, Fernando, “Recomendaciones para mediciones de velocidad y dirección de viento con fines de generación eléctrica, y medición de potencia eléctrica generada por aerogeneradores”. Argentina 2009.

El anemómetro es un instrumento utilizado para medir la velocidad del viento (fuerza del viento). Los anemómetros miden la velocidad instantánea del viento, pero las ráfagas de viento desvirtúan la medida, de manera que la medida más acertada es el valor medio de medidas que se tomen a intervalos de tiempo.

Si se quiere obtener unos datos de viento fiables la colocación de los anemómetros tiene que estar muy bien estudiada y aunque sea complicado o peligroso el acceso a dicho lugar habrá que intentar que la colocación de estos instrumentos sea lo más adecuada posible. Para la instalación de los anemómetros se debe tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- La altura de la colocación de los instrumentos.
- La distancia existente entre el instrumento y cualquier obstrucción (árboles, edificios,...) debe ser como mínimo de 10 veces la altura de dicha obstrucción.

- Las torres donde se colocan los instrumentos para llevar a cabo las mediciones es preferible que sean de rejillas para que influyan lo mínimo posible en los resultados. Además, debe ubicarse en la parte superior de la torre y si esto no fuera posible y tuvieran que colocarse a un lado de la torre deberá colocarse extendido hacia afuera a una distancia de al menos dos veces el diámetro de la torre en dirección del viento.

Calidad del anemómetro.

Las mediciones de velocidad de viento, tanto para valoración de un sitio para generación eléctrica, como para determinación o certificación de la curva de potencia de un aerogenerador, se realizarán con instrumentos que brinden confiabilidad en los datos medidos, por lo que es recomendable que sean de la siguiente calidad:

- En terrenos clasificados como planos, con anemómetros clase 1,7A o superior.
- En terrenos que no son planos, con anemómetros clase 2,5B o superior.

La velocidad de viento medida es su componente horizontal.

8.6. Demanda energética

Para la realización de este estudio se parte de la demanda máxima de los consumidores, teniendo en cuenta la potencia instalada, así como los factores de demanda, de simultaneidad y de utilización.

8.7. Curva de Potencia

La curva de potencia de un aerogenerador es un gráfico que indica cuál será la potencia eléctrica disponible en el aerogenerador a diferentes velocidades del viento (ver figura 3). Dos velocidades características en estas curvas son:

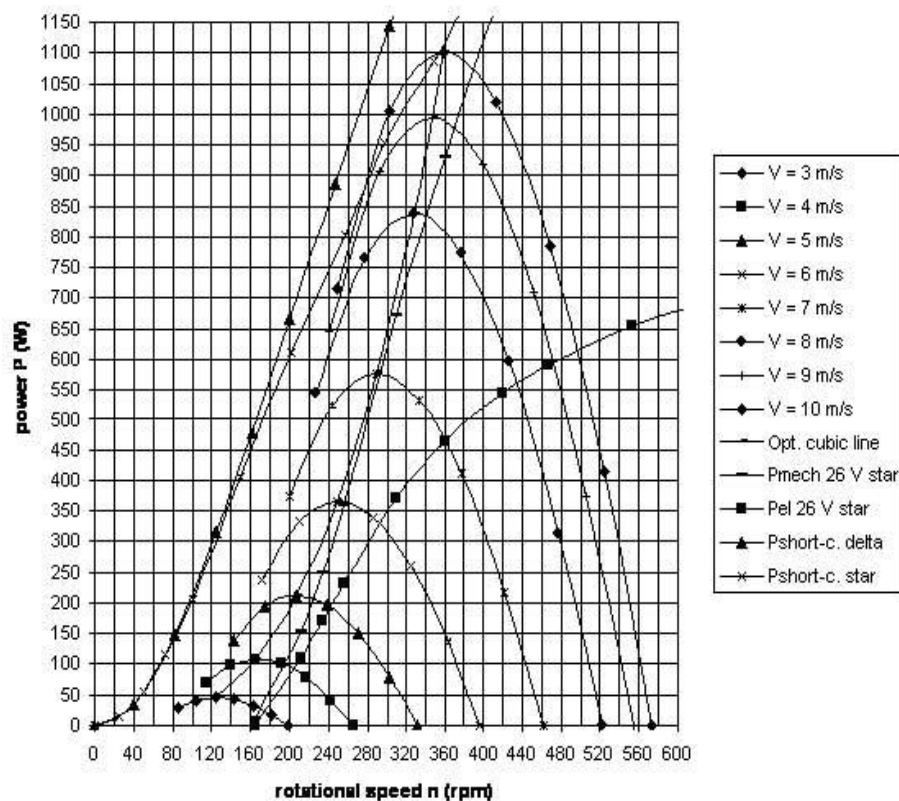
8.8 Velocidad de conexión

Normalmente, los aerogeneradores están diseñados para empezar a girar a velocidades alrededor de 4-5 m/s. Es la llamada velocidad de conexión. Mientras que al superar los 10 m/s tiene un dispositivo de auto frenado que no le permite que el aerogenerador no se embale de esta manera garantizando que no se produzcan daños en el equipo.

8.9 Velocidad de corte

El aerogenerador se programará para pararse a altas velocidades del viento, de unos 10 m/s a 15 m/s, para evitar posibles daños en sus equipos. La velocidad del viento de parada se denomina velocidad de corte.

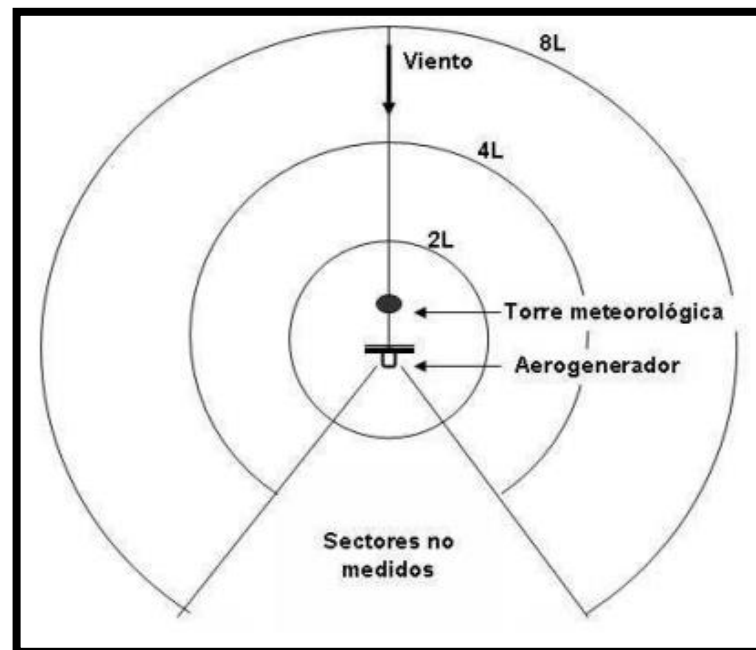
Figura 3. Curva de potencia típica de un aerogenerador



Fuente: <http://www.lmagency.biz/contents/es/p76.html>

Las curvas de potencia se obtienen a partir de medidas realizadas en campo, dónde un anemómetro es situado sobre un mástil relativamente cerca del aerogenerador (no sobre el mismo aerogenerador ni demasiado cerca de él, pues el rotor del aerogenerador puede crear turbulencia, y hacer que la medida de la velocidad del viento sea poco fiable ver figura 4). Si la velocidad del viento no está variando demasiado rápidamente, pueden usarse las medidas de la velocidad del viento realizadas con el anemómetro y leer la potencia eléctrica disponible directamente del aerogenerador, y dibujar los dos tipos de valores conjuntamente en un gráfico similar a la figura 4.

Figura 4. Áreas de medición



Fuente: http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/accion_viento/Recomendaciones_Mediciones_de_Viento.pdf

8.9. Densidad Del Aire

Es la cantidad de masa de aire que se transporta en una unidad de volumen y es variable dependiendo de varios factores físicos como la temperatura del aire y la presión atmosférica del lugar. Se manifiesta que la densidad del aire disminuye con la altura geográfica del lugar.

8.10. Velocidad Del Viento.

Es el desplazamiento de la masa del aire en un determinado tiempo, este es el factor que más influye en la determinación del potencial eólico de un lugar puesto que el potencial de viento es función cúbica de la velocidad del mismo, a diferencia de la densidad que es una función lineal para su incidencia. (SANTILLÁN CHICA, 2006, p. 16-18)

8.11. Potencia Eólica

La potencia eólica de una zona se determina mediante la (ecuación 4) y está depende de la densidad del aire, de la velocidad y del área de barrido.

La potencia del viento es una función del área que intercepta el viento, de la velocidad instantánea del mismo y densidad del aire. El incremento de cualquiera de estos factores aumenta la potencia disponible en el viento.

La densidad del aire 1.225 kg/m^3 al nivel del mar a 15°C se utiliza como estándar en la industria eólica.

8.12. Selección Del Aerogenerador

Teniendo las características del recurso eólico en la parroquia del Chaupi se procedió a seleccionar un aerogenerador de tamaño domestico que se adecue a nuestros requerimientos técnicos básicos como la velocidad media así como su disponibilidad en el mercado nacional. Por ello se seleccionó el aerogenerador.

Figura 5. Aerogenerador de eje vertical tipo eolo



Fuente: <http://www.lmagency.biz/contents/es/p76.html>

9. HIPÓTESIS

Estudio del potencial eólico para La implementación de un sistema de aereogeneración tipo vertical de baja velocidad de viento permitirá la generación eléctrica para una vivienda.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Método Analítico

Se desarrolla una investigación aplicada ya que busca la generación de conocimiento con la aplicación directa a los problemas de la sociedad en este caso se desarrolla un análisis de los

recursos renovables tales como el eólico para la implementación de un aerogenerador de tipo vertical en una casa para suministrar energía eléctrica, y de tal manera contribuir con el cuidado del medio ambiente y mejorar la estadía en la vivienda.

Método Hipotético-Deductivo

El método Hipotético-Deductivo permitió formular la hipótesis de nuestro trabajo investigativo, luego de realizar el análisis pertinente de la información recopilada anteriormente, dándonos como resultado factores que inciden en la problemática dentro de la Parroquia Chaupi.

10.1. Análisis de factibilidad

Factibilidad Técnica

En el país por su situación geográfica podemos contar con algunas energías alternativas Por lo que hemos considerado que la energía eólica es una excelente alternativa dentro de la matriz productiva de energías renovables
Mediante al estudio realizado por el grupo investigador la velocidad máxima promedio del viento es de 8.97 m/s tomados a una altura de 5m, con lo que se realiza los cálculos correspondientes con el que se obtiene un potencial eólico de 826,332W y determinar la potencia del aerogenerador en el caso de nuestro sistema se utilizó un aerogenerador tipo vertical de 1000W con el que se dotara de energía eléctrica.

10.2. Desarrollo de la propuesta

Para determinar el potencial eólico, se recopiló datos de la velocidad del viento, para lo cual se utilizó una estación meteorológica. La recolección de datos se realizó a través de un anemómetro para obtener: las velocidades máximas, mínimas y la dirección del viento, durante 1 año y 6 meses.

10.3. Estudio Eólico

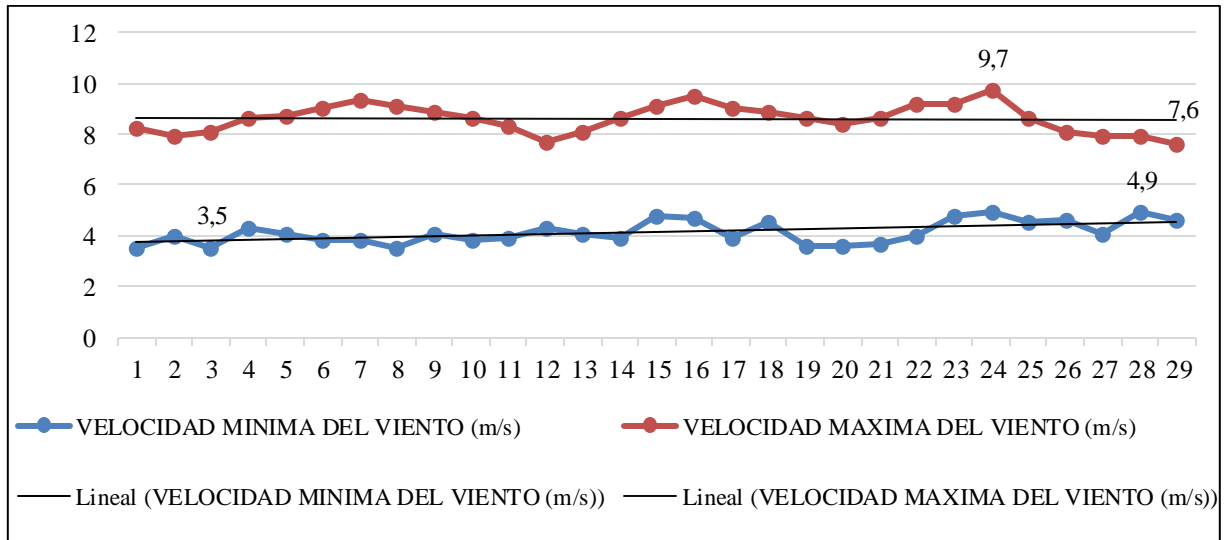
A continuación se representan las tablas de datos obtenidos durante 1 año y 6 meses, en los cuales se detallan las velocidades del viento de febrero en la tabla 3 al igual que la dirección denotando las curvas de las velocidades máximas y mínimas en la (figura 6).

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Febrero 2016

Tabla 3. Estudio eólico de Febrero

FEBRERO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/02/2016	3,5	8,2	SE
02/02/2016	4	7,9	S
03/02/2016	3,5	8,1	NO
04/02/2016	4,3	8,6	O
05/02/2016	4,1	8,7	NO
06/02/2016	3,8	9	SO
07/02/2016	3,8	9,3	NO
08/02/2016	3,5	9,1	SO
09/02/2016	4,1	8,9	NO
10/02/2016	3,8	8,6	S
11/02/2016	3,9	8,3	S
12/02/2016	4,3	7,7	S
13/02/2016	4,1	8,1	S
14/02/2016	3,9	8,6	NO
15/02/2016	4,8	9,1	S
16/02/2016	4,7	9,5	NO
17/02/2016	3,9	9	SO
18/02/2016	4,5	8,9	O
19/02/2016	3,6	8,6	NO
20/02/2016	3,6	8,4	O
21/02/2016	3,7	8,6	O
22/02/2016	4	9,2	NO
23/02/2016	4,8	9,2	NO
24/02/2016	4,9	9,7	NO
25/02/2016	4,5	8,6	NO
26/02/2016	4,6	8,1	S
27/02/2016	4,1	7,9	O
28/02/2016	4,9	7,9	O
29/02/2016	4,6	7,6	N
VALOR MINIMO	3,5	7,6	
VALOR MAXIMO	4,9	9,7	
PROMEDIO	4,13	8,60	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 6. Velocidades máximas y mínimas de Febrero

Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 3 el rango máximo es (9.7m/s), permitiendo una generación óptima de 970W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (3.5m/s), permitiendo una generación de 350W, mientras que en la velocidad media de este mes (8.6m/s), permitiendo una generación de 860W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 6).

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Marzo 2016

Tabla 4. Estudio eólico de Marzo

MARZO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/03/2016	4,8	8,5	NE
02/03/2016	3,2	9,3	NE
03/03/2016	4,8	9,1	N
04/03/2016	4,6	8,7	N
05/03/2016	4,6	8,4	N
06/03/2016	4,3	7,9	N
07/03/2016	4,8	7,6	NO
08/03/2016	4,6	8,3	NO

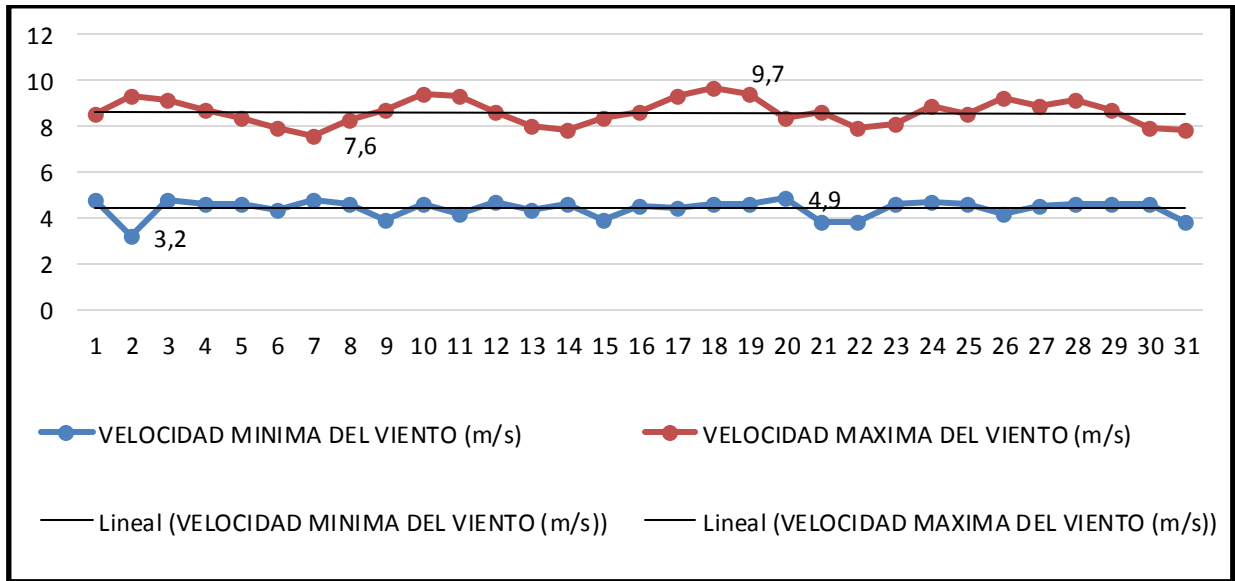
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
09/03/2016	3,9	8,7	NO
10/03/2016	4,6	9,4	SO
11/03/2016	4,2	9,3	O
12/03/2016	4,7	8,6	SO
13/03/2016	4,3	8	E
14/03/2016	4,6	7,8	E
15/03/2016	3,9	8,4	E
16/03/2016	4,5	8,6	SE
17/03/2016	4,4	9,3	E
18/03/2016	4,6	9,7	E
19/03/2016	4,6	9,4	E
20/03/2016	4,9	8,4	SE
21/03/2016	3,8	8,6	E
22/03/2016	3,8	7,9	SE
23/03/2016	4,6	8,1	E
24/03/2016	4,7	8,9	NE
25/03/2016	4,6	8,5	NE
26/03/2016	4,2	9,2	E
27/03/2016	4,5	8,9	E
28/03/2016	4,6	9,1	NE
29/03/2016	4,6	8,7	NE
30/03/2016	4,6	7,9	NE
31/03/2016	3,8	7,8	NE
VALOR MINIMO	3,2	7,6	
VALOR MAXIMO	4,9	9,7	
PROMEDIO	4,41	8,61	

Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado en la tabla 4 se observa que el rango máximo es (9.7m/s), permitiendo una generación óptima de 970W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (3.2m/s), permitiendo una generación de 320W, mientras que en la velocidad media de este mes (8.61 m/s), permitiendo una generación de 861W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 7).

Figura 7. Velocidades máximas y mínimas de Marzo



Elaborado por: Grupo investigador

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Abril 2016

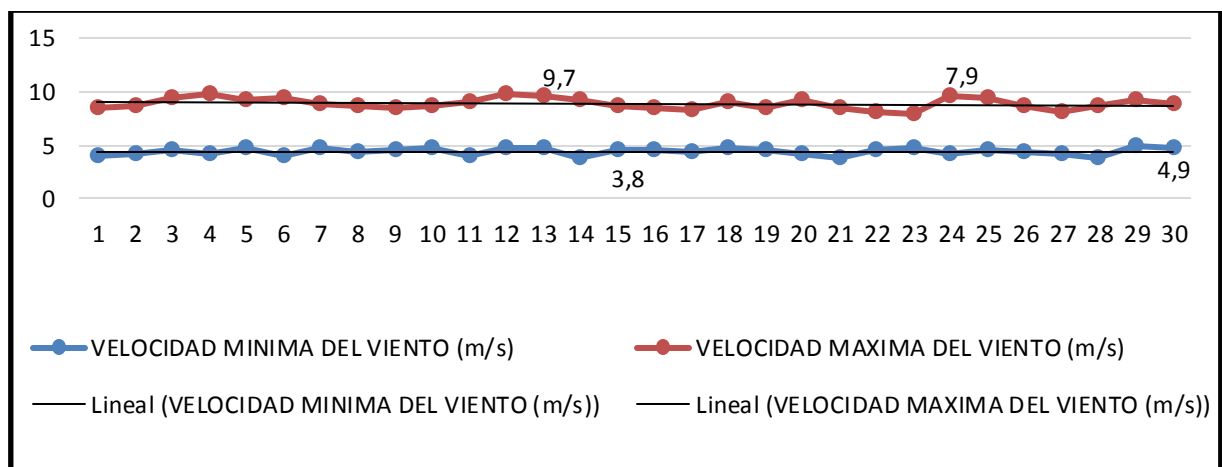
Tabla 5. Estudio eólico de Abril

ABRIL 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/04/2016	3,9	8,4	NE
02/04/2016	4,1	8,6	NE
03/04/2016	4,6	9,4	NE
04/04/2016	4,1	9,7	NE
05/04/2016	4,7	9,3	NE
06/04/2016	3,9	9,4	NE
07/04/2016	4,8	8,9	SE
08/04/2016	4,3	8,6	NE
09/04/2016	4,6	8,4	NE
10/04/2016	4,8	8,6	NE
11/04/2016	3,9	9,1	E
12/04/2016	4,7	9,7	NE
13/04/2016	4,7	9,6	NE
14/04/2016	3,8	9,2	NE
15/04/2016	4,5	8,7	NE
16/04/2016	4,6	8,5	NE
17/04/2016	4,3	8,3	NE
18/04/2016	4,8	9,1	E
19/04/2016	4,6	8,4	NE

FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
20/04/2016	4,1	9,3	NE
21/04/2016	3,8	8,4	NE
22/04/2016	4,6	8,1	NE
23/04/2016	4,7	7,9	E
24/04/2016	4,1	9,6	NE
25/04/2016	4,6	9,4	E
26/04/2016	4,3	8,6	E
27/04/2016	4,2	8,1	NE
28/04/2016	3,8	8,7	E
29/04/2016	4,9	9,3	E
30/04/2016	4,7	8,9	E
VALOR MINIMO	3,8	7,9	
VALOR MAXIMO	4,9	9,7	
PROMEDIO	4,38	8,87	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 8. Velocidades máximas y mínimas de Abril



Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

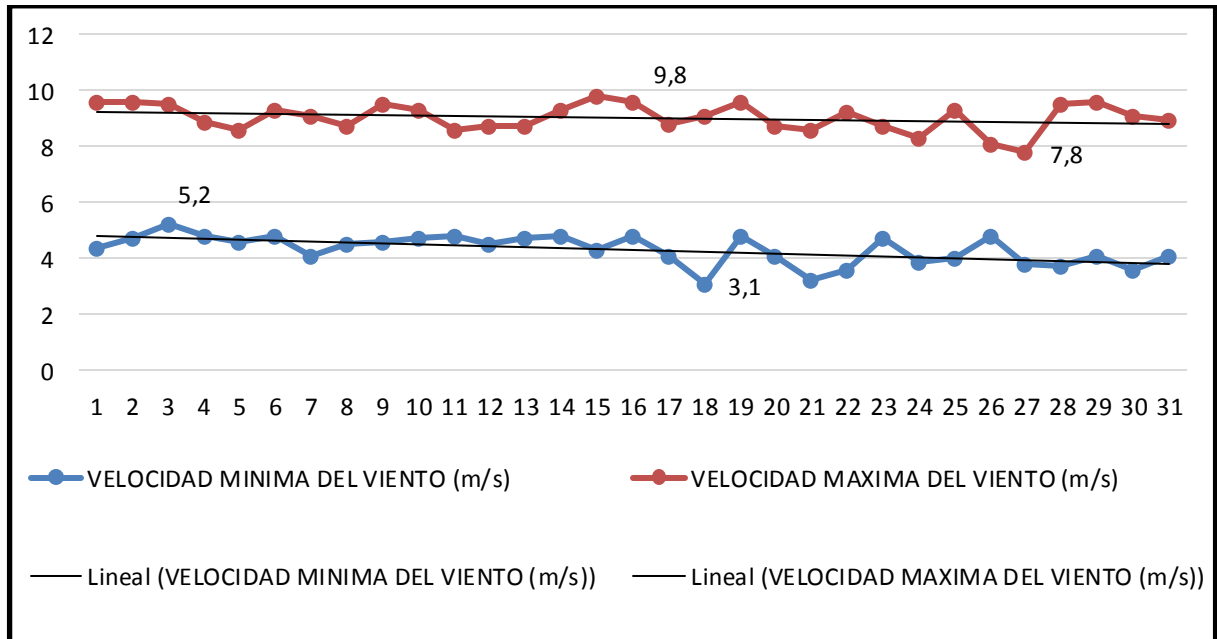
De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 5 el rango máximo es (9.7m/s), permitiendo una generación óptima de 970W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (3.8m/s), permitiendo una generación de 380W, mientras que en la velocidad media de este mes (8.87m/s), permitiendo una generación de 887W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 8).

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Mayo 2016

Tabla 6. Estudio eólico de Mayo

MAYO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/05/2016	4,4	9,6	E
02/05/2016	4,7	9,6	E
03/05/2016	5,2	9,5	SE
04/05/2016	4,8	8,9	SE
05/05/2016	4,6	8,6	SE
06/05/2016	4,8	9,31	E
07/05/2016	4,1	9,1	E
08/05/2016	4,5	8,7	E
09/05/2016	4,6	9,5	E
10/05/2016	4,7	9,3	E
11/05/2016	4,8	8,6	E
12/05/2016	4,5	8,7	N
13/05/2016	4,7	8,7	O
14/05/2016	4,8	9,3	O
15/05/2016	4,3	9,8	N
16/05/2016	4,8	9,6	E
17/05/2016	4,1	8,8	E
18/05/2016	3,1	9,1	E
19/05/2016	4,8	9,6	S
20/05/2016	4,1	8,7	S
21/05/2016	3,2	8,6	S
22/05/2016	3,6	9,2	S
23/05/2016	4,7	8,7	S
24/05/2016	3,9	8,3	S
25/05/2016	4	9,3	S
26/05/2016	4,8	8,1	N
27/05/2016	3,8	7,8	N
28/05/2016	3,7	9,5	N
29/05/2016	4,1	9,6	N
30/05/2016	3,6	9,1	NE
31/05/2016	4,1	8,96	NE
VALOR MINIMO	3,1	7,8	
VALOR MAXIMO	5,2	9,8	
PROMEDIO	4,32	9,04	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 9. Velocidades máximas y mínimas de Mayo

Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 7 el rango máximo es (9.8m/s), permitiendo una generación óptima de 980W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (3.1m/s), permitiendo una generación de 310W, mientras que en la velocidad media de este mes (9,04m/s), permitiendo una generación de 904W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 9).

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Junio 2016

Tabla 7. Estudio eólico de Junio

JUNIO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/06/2016	4,8	9,1	E
02/06/2016	4,6	9,8	E
03/06/2016	4,7	9,1	E
04/06/2016	4,3	9,5	E
05/06/2016	4,3	8,9	NO

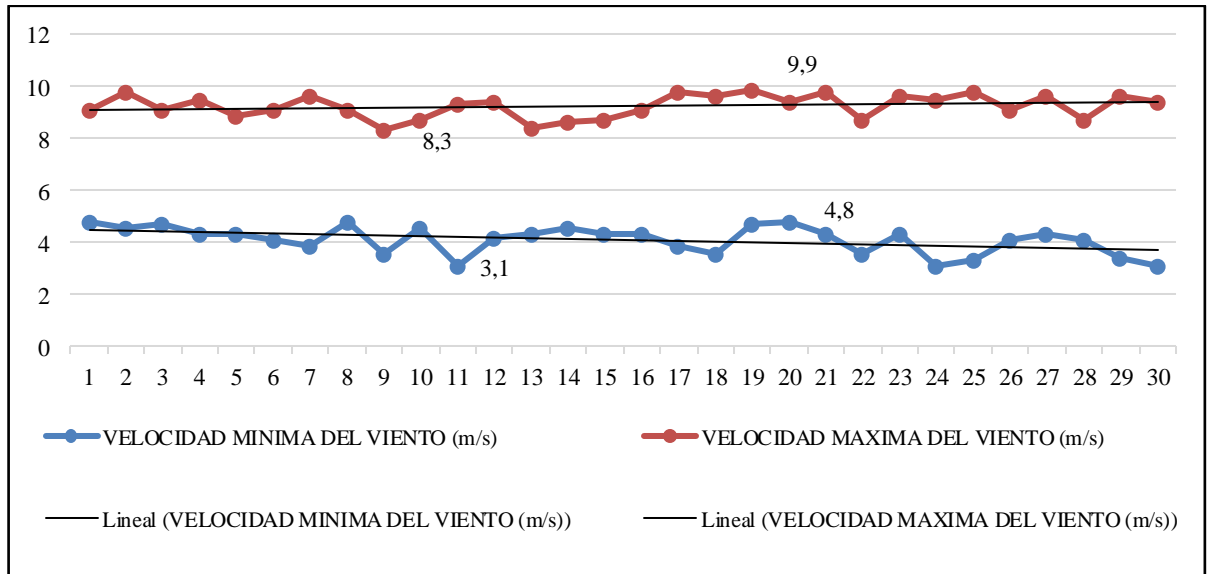
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
06/06/2016	4,1	9,1	NO
07/06/2016	3,9	9,6	NO
08/06/2016	4,8	9,1	N
09/06/2016	3,6	8,3	N
10/06/2016	4,6	8,7	N
11/06/2016	3,1	9,3	N
12/06/2016	4,2	9,4	S
13/06/2016	4,3	8,4	SE
14/06/2016	4,6	8,6	SE
15/06/2016	4,3	8,7	SO
16/06/2016	4,3	9,1	SO
17/06/2016	3,9	9,8	NO
18/06/2016	3,6	9,6	NO
19/06/2016	4,7	9,9	N
20/06/2016	4,8	9,4	NO
21/06/2016	4,3	9,8	SO
22/06/2016	3,6	8,7	O
23/06/2016	4,3	9,6	O
24/06/2016	3,1	9,5	NO
25/06/2016	3,3	9,8	NO
26/06/2016	4,1	9,1	NO
27/06/2016	4,3	9,6	O
28/06/2016	4,1	8,7	O
29/06/2016	3,4	9,6	O
30/06/2016	3,1	9,4	O
VALOR MINIMO	3,1	8,3	
VALOR MAXIMO	4,8	9,9	
PROMEDIO	4,10	9,24	

Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 7 el rango máximo es (9.9m/s), permitiendo una generación óptima de 990W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (3.1m/s), permitiendo una generación de 310W, mientras que en la velocidad media de este mes (9.24m/s), permitiendo una generación de 924W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 10).

Figura 10. Velocidades máximas y mínimas de Junio



Elaborado por: Grupo investigador

Estudio Eólico Correspondiente al mes de Julio 2016

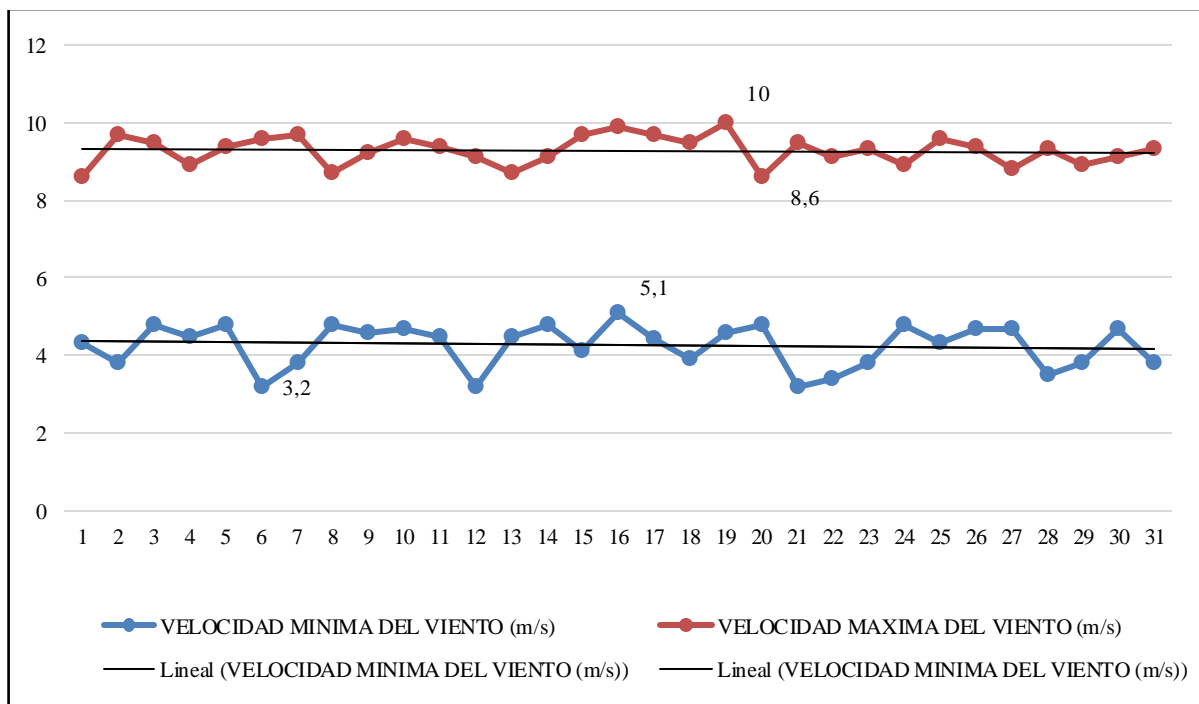
Tabla 8. Estudio eólico de Julio

JULIO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/07/2016	4,3	8,6	O
02/07/2016	3,8	9,7	O
03/07/2016	4,8	9,5	NO
04/07/2016	4,5	8,9	NO
05/07/2016	4,8	9,4	NE
06/07/2016	3,2	9,6	E
07/07/2016	3,8	9,7	NE
08/07/2016	4,8	8,7	N
09/07/2016	4,6	9,2	NE
10/07/2016	4,7	9,6	NO
11/07/2016	4,5	9,4	NO
12/07/2016	3,2	9,1	NO
13/07/2016	4,5	8,7	O
14/07/2016	4,8	9,1	NO
15/07/2016	4,1	9,7	NO
16/07/2016	5,1	9,9	NO
17/07/2016	4,4	9,7	NO
18/07/2016	3,9	9,5	NO
19/07/2016	4,6	10	NO

FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
20/07/2016	4,8	8,6	NO
21/07/2016	3,2	9,5	NO
22/07/2016	3,4	9,1	O
23/07/2016	3,8	9,3	O
24/07/2016	4,8	8,9	SO
25/07/2016	4,3	9,6	SO
26/07/2016	4,7	9,4	NO
27/07/2016	4,7	8,8	N
28/07/2016	3,5	9,3	NO
29/07/2016	3,8	8,9	NO
30/07/2016	4,7	9,1	O
31/07/2016	3,8	9,3	O
VALOR MINIMO	3,2	8,6	
VALOR MAXIMO	5,1	10	
PROMEDIO	4,25	9,28	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 11. Velocidades máximas y mínimas de Julio



Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 8 que el rango máximo es (10m/s), permitiendo una generación óptima de 1000W el cual es adecuado para la generación

mientras que el rango mínimo de generación es (3.2m/s), permitiendo una generación de 320W, mientras que en la velocidad media de este mes (9.28m/s), permitiendo una generación de 928W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 11).

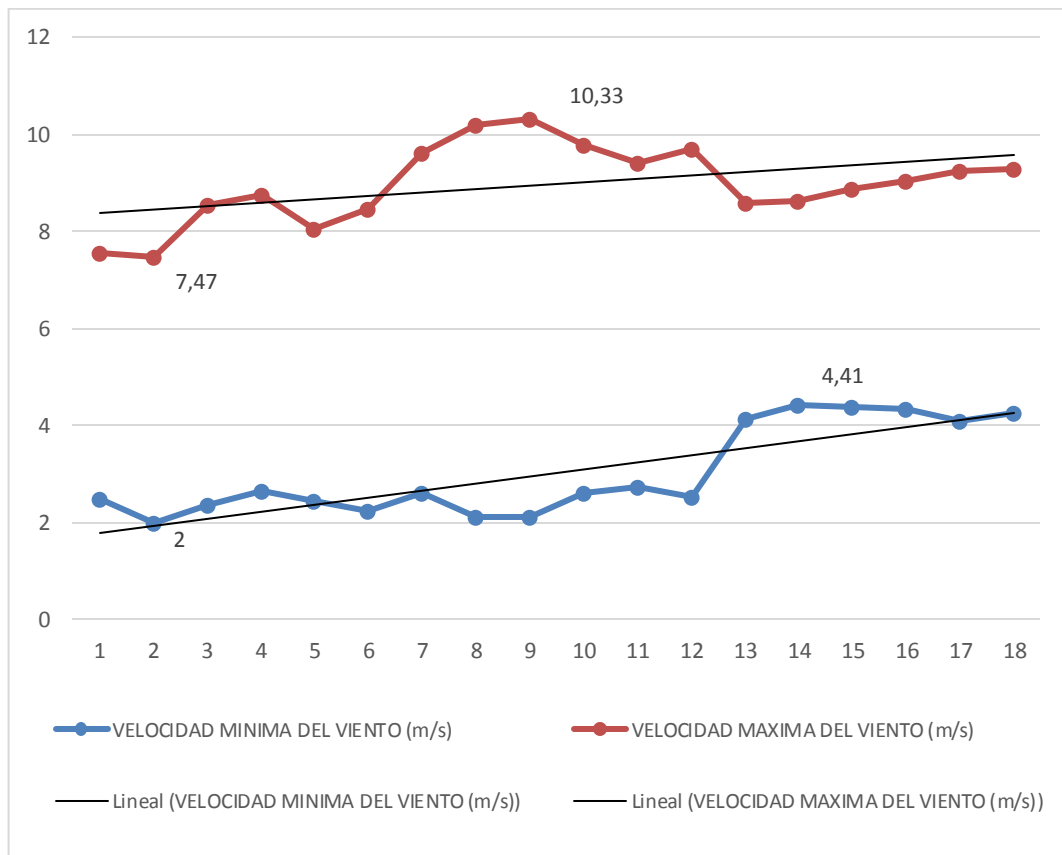
Estudio Eólico Correspondiente a 1 Año y 6 Meses

Tabla 9. Estudio eólico promedio de mediciones durante 1 año y 6 meses

PROMEDIO DE MEDICION DURANTE 1 AÑO Y 6 MESES			
MES	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
FEBRERO 2015	2,49	7,54	NO
MARZO 2015	2	7,47	E
ABRIL 2015	2,34	8,53	NO
MAYO 2015	2,65	8,74	E
JUNIO 2015	2,43	8,05	NO
JULIO 2015	2,22	8,44	NO
AGOSTO 2015	2,6	9,62	SO
SEPTIEMBRE 2015	2,1	10,19	O
OCTUBRE 2015	2,09	10,33	O
NOVIEMBRE 2015	2,6	9,8	NO
DICIEMBRE 2015	2,72	9,41	E
ENERO 2016	2,53	9,71	E
FEBRERO 2016	4,13	8,6	NO
MARZO 2016	4,41	8,61	E
ABRIL 2016	4,38	8,87	NE
MAYO 2016	4,32	9,04	E
JUNIO 2016	4,1	9,24	NO
JULIO 2016	4,25	9,28	NO
VALOR MINIMO	2	7,47	
VALOR MAXIMO	4,41	10,33	
PROMEDIO	3,02	8,97	

Elaborado por: Grupo investigador

Figura 12. Velocidades máximas y mínimas de mediciones durante 1 año y 6 meses



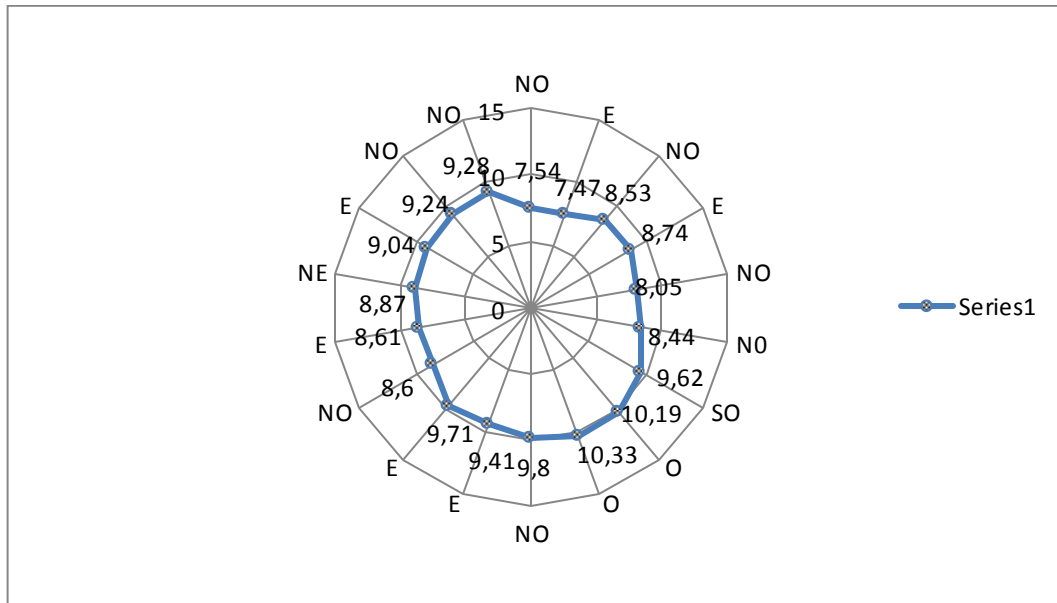
Elaborado por: Grupo investigador

Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en la tabla 9 que el rango máximo es (10,33m/s), permitiendo una generación óptima de 1033W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (2m/s), permitiendo una generación de 200W, mientras que en la velocidad media del año y 6 meses es (8.97m/s), permitiendo una generación de 897W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica que se muestra en la (figura 12).

Dirección del viento en la comunidad del Chaupi

Mediante el análisis realizado con la estación meteorológica ubicada en el la comunidad del Chaupi se pudo determinar las diferentes direcciones del viento de este lugar determinadas, donde la gran parte del viento esta por la dirección Noroeste como se aprecia en la siguiente figura 13.

Figura 13. Tiempo de estudio eólico durante 1 año y 6 meses.

Elaborado por: Grupo investigador

Análisis de requerimientos energéticos:

Mediante el estudio y el análisis del potencial eólico podremos dotar de energía eléctrica a una vivienda en la comunidad del Chaupi, implementando un aerogenerador tipo vertical el cual aprovechará los recursos eólicos del sector. De tal manera se realizó el cálculo de la demanda que se requiere emplear en la vivienda determinados en la tabla 11.

Tabla 10. Cálculo de la demanda

CALCULO DE LA DEMANDA							ANEXO 1 HOJA 1/1
NOMBRE DEL PROYECTO : IMPLEMENTACION DE AEREOGENERADOR DE TIPO VERTICAL PARA LA GENERACION ELECTRICA							
LOCALIZACION : EL CHAUPÍ							
USUARIO : CLASE D							
ITEM	APARATOS ELECTRICOS	CANT	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)
1	LUMINARIAS	4	60	90%	216	80%	173
2	TOMACORRIENTES	3	200	70%	420	80%	336
3	TELEVISOR	1	70	50%	35	60%	21
4	LICUADORA	1	60	20%	12	10%	1
5	RADIO	1	50	90%	45	80%	36
6	DVD	1	60	40%	24	40%	10
	TOTAL				3,60	3,50	577

Elaborado por: Grupo investigador

10.6. Diseño Y Selección De Equipos:

En la vivienda donde se implementara el aerogenerador, se calculó una demanda energética sobre dimensionada para un futuro pueda instalar más electrodomésticos llegando a un consumo de 577W, por lo cual se ha seleccionado un equipo de generación de 1000W.

El aerogenerador Eolo de 1000W es el más idóneo por sus características de funcionamiento que están acorde a las condiciones climáticas que va a ser sujeto en dicho sector logrando satisfacer la demanda proyectada.

Características de la serie FD- M: 1000W

- Diseño del generador de saturación magnética, 20 años de vida diseñado. (Patente No: ZL 2007 2 0.010.261,7)
- 2-2.5m / s de velocidad de puesta en marcha viento bajo par a bajas técnica de puesta en marcha. (Patente No: 201020259728.3)
- Guiñada automática mecánica.
- Controlador de ajuste con carga constante del voltaje, freno electrónico y manual, y la pantalla del panel numeral. (Patente No: 200910213782.6)
5. 500W, 600W y 1kW.
- Rodamientos importan de Japón (NSK), tiempo de servicio largo (5 años sin mantenimiento).
- Diseño de saturación magnética, la bobina del generador no podía quemar a causa del creciente poder, cuando el generador funciona a una velocidad súper viento y satura automáticamente.
- Corte bajo en la velocidad del viento (4m/s) para garantizar la generación máxima a la baja velocidad del viento.

Características Del Aerogenerador 1000w

Tabla 11. Características del aerogenerador 1000W

Modelo	Eolo
Potencia clasificada (W)	1000

Voltaje salida (V)	12/24
Diámetro del rotor (m)	1.3
Velocidad del viento de lanzamiento (m/s)	2
Velocidad del viento Cut-in (m/s)	3
Velocidad del viento clasificada (m/s)	9
Mecanismo	
Tarifa giratoria clasificada (r/m)	380
Material del generador	Aleación de aluminio
Material de la lámina	Vidrio de fibra
Cantidad de la lámina	3
Altura de la torre (m)	5
Espesor de la torre (milímetros)	3.5
Diámetro de la torre (milímetro)	89

Elaborado por: Grupo investigador

11. ANALISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

11.1. Operalización de las variables

Variable Independiente: La implementación de un sistema de aereogeneración tipo vertical de baja velocidad de viento

Tabla 12. Operalización variable independiente

Variable	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Permite determinar mediante mediciones la fuerza del viento de baja velocidad mediante un equipo para implementar el aerogenerador vertical	Mediciones Potencial eólico Equipo de generación	velocidad m/s (V y A)		Medición de campo	Anemómetro Anemómetro Voltímetro y pinza amperimétrica

Elaborado por: Grupo Investigador

Variable Dependiente: generación eléctrica unifamiliar.

Tabla 13. Operalización variable dependiente

Variable	Categorías	Indicadores	Ítems	Técnicas	Instrumentos
Suministro de energía eléctrica para abastecer la demanda energética de una vivienda	Energía eléctrica Generación eléctrica Demanda diaria	V Am W/h		Medición de campo	Voltímetro Pinza amperimétrica

Elaborado por: Grupo Investigador

11.2. Cálculo del potencial

Cálculo del potencial eólico

El valor del exponente α (coeficiente de rugosidad) se calcula utilizando la ecuación 2.

$$\alpha = \frac{0.37 - 0.088 * \ln v_0}{1 - 0.088 * \ln \frac{h_0}{10}}$$

$$\alpha = \frac{0.37 - 0.088 * \ln 8.94m/s}{1 - 0.088 * \ln \frac{4m}{10}} = \mathbf{0,16}$$

Coeficiente de rugosidad se tomara en cuenta 0.16 por ser un sector rural y a su vez poseer hierbas

Para determinar la velocidad del viento se calcula utilizando la ecuación 1.

$$v = v_0 \left(\frac{h}{h_0} \right)^\alpha$$

$$v = 8,97m/s \left(\frac{5m}{4,5m} \right)^{0,16}$$

$$v = \mathbf{11,65m/s}$$

La densidad está determinada por la Ecuación 3: $T: 18^{\circ}\text{C}$

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

$$\rho = 1,225 e^{\left[\left(\frac{-5}{8435}\right) - \left(\frac{18-15}{288}\right)\right]}$$

$$\rho = 1,225 e^{[(-0.0005927) - (-0.0104166)]}$$

$$\rho = 1,225 e^{[0.0098239]}$$

$$\rho = 1,2370 \text{kg/m}^3$$

Reemplazado los datos en la ecuación 4 del potencial eólico tenemos:

$$\text{Potencial eólico} = \frac{1}{2} * \rho * v^3 * r^2 * \pi$$

$$\text{Potencial eólico} = \frac{1}{2} * 1,2370 \text{kg/m}^3 * (11,65 \text{m/s})^3 * (0,82 \text{m})^2 * \pi$$

$$\text{Potencial eólico: } 2065,83 \text{ W}$$

11.3.Determinación de los sistemas de generación

Determinación de potencia del aerogenerador

Dimensionamiento del aerogenerador ecuación 5.

$$P_e = \text{Potencial eólico} * n$$

$$P_e = 2065,83 \text{ W} * 0,40$$

$$P_e = 826,332 \text{ W}$$

El aerogenerador adecuado para la generación eléctrica es de 1000W de acuerdo a los cálculos realizados.

Dimensionamiento del sistema de acumulación:

Número de baterías requeridas ecuación 6:

$$Bateria = \frac{CTB}{C_B}$$

$$Bateria = \frac{4,16 \text{ amp. h}}{100 \text{ amp. h}}$$

$$Bateria = 0,042 \approx 1$$

Se utilizara una batería de 100 ah.

Dimensionamiento del inversor:

La potencia del inversor se obtiene con la ecuación 7:

$$P_I = 1,25 * P_{AC}$$

$$P_I = 1,25 * 577 \text{ W}$$

$$P_I = 721.25 \text{ W}$$

Para nuestro sistema eólico se utilizará un inversor de 1000 W.

Dimensionamiento del regulador:

La capacidad del regulador se obtiene con la ecuación 8:

Sistema eólico:

$$I_R = 1,25 \frac{P_N * N}{V}$$

$$I_R = 1,25 \frac{1000 \text{ W} * 1}{12 \text{ V}}$$

$$I_R = 104,16 \text{ A}$$

Para nuestro sistema eólico se utilizará un regulador de 440 A.

11.4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA EÓLICO

Montaje e instalación de la torre y aerogenerador

Para realizar la instalación de la torre se realiza el siguiente procedimiento:

1. Se cava un agujero de 80x80x120 cm para construir la pilastra de concreto de 30x30x200 cm localizado en el extremo posterior izquierdo de la casa, dejando descubierto 10 cm las varillas que conforman la pilastra para anclar la torre de una altura de 200 cm
2. Colocar la torre de 200cm de longitud en la pilastra de concreto anclándola con abrazaderas y pernos.
3. Ensamble y montaje del aerogenerador de eje vertical en la parte superior de la torre.
4. La colocación del aerogenerador y la torre se hizo posible, con la ayuda de andamios y escalera para poder manipularlos hasta ponerlos en el lugar requerido de instalación.
5. El aerogenerador se sujeta a la torre con el ajuste de cuatro pernos en la base superior de la torre e inferior del aerogenerador.
6. Una vez asegurado todos los componentes se verifica su funcionamiento.

Figura14.Instalación del aerogenerador y torre



Elaborado por: Grupo Investigador

Instalación Eléctrica

Las conexiones se realizan antes del montaje del aerogenerador.

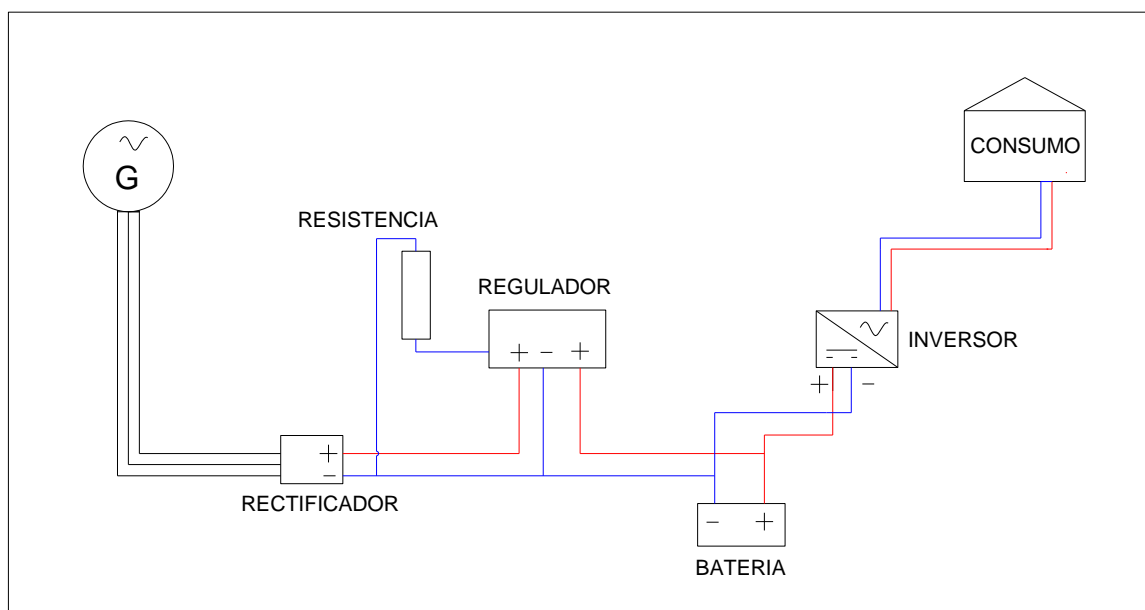
Conexión eléctrica de sistema eólico:

Se conecta los dos cables conductores del aerogenerador asegurándose de identificar el conductor positivo del negativo en este caso el aerogenerador gira en sentido horario por lo cual el cable de color rojo será asumido como (+) y el de color azul como (-). El conductor positivo se conecta al regulador de carga en el terminal del lado superior derecho posterior a esto la conexión sigue en serie hasta conectar al polo positivo de la batería, y el conductor negativo es conectado directamente al polo negativo de la batería.

Se procede a instalar la resistencia que evitara que se en vale el aerogenerador la resistencia tiene un terminal positivo y un terminal negativo, el terminal negativo se conectara de forma directa al polo negativo de la batería mientras que el polo positivo de la batería se conecta al terminal superior izquierdo del regulador de carga. Los terminales de poder del regulador de carga se conectan a la batería respetando la polaridad de conexión, una vez realizado todo estos pasos se procede a instalar el inversor de 12v en dc a 110 v en corriente alterna.

Conexión al circuito de consumo:

Figura 15. Diagrama eléctrico del sistema eólico



Elaborado por: Grupo Investigador

Una vez realizadas las conexiones del sistema eólico necesitamos conectar a un rectificador al igual q a un regulador de carga para que nos ayude cuando la batería este cargada o se descargue esta a su vez se active hasta llegar a la batería la cual es encargada del almacenamiento de energía en corriente continua. Para el consumo de dicha energía se necesita un inversor de DC a AC permitiendo alimentar el circuito de consumo.

Equipos utilizados en el montaje del sistema

Para la implementación del sistema se seleccionaron los siguientes dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos, los cuales permitirán la generación de energía eléctrica.

Tabla 14. Equipos utilizados en el sistema

EQUIPO	CARACTERISTICAS	IMAGEN
Generador Eólico	Marca: Eolo Potencia: 1000W Voltaje: 12V 3 Palas	
Regulador de Carga Eólico.	Marca: Missouri Voltaje: 12V Amperaje: 440 A Potencia: 10000W Construido con pantalla digital y controlador inteligente de doble proceso.	
Inversor	Marca: UKC DC Input: 12 o 24 V AC Output: 220 V/ 50Hz Eficiencia de conversión de 90% Inversor: DC – AC Potencia: 1000W	
Batería	Marca: First Power Modelo: LFP12100 Voltaje: 12 V Amperaje: 100 Ah Duración: 10 horas	
Resistencias	Marca: Missouri Para protección de los equipos en caso de sobrecarga de 1000 W. Voltaje: 12 V	 <small>Missouri Wind and Solar © 2014</small>

Elaborado por: Grupo Investigador

12. IMPACTOS

12.1. Impacto Técnico

El proyecto permite la dotación de energía eléctrica, a una vivienda que no cuenta con servicio eléctrico, porque el propietario tiene problemas mentales el mismo que no puede sustentar un pago mensual y a través de un sistema eólico vertical que proporciona una potencia de 826,332W.

12.2. Impacto Económico

El sistema eólico vertical instalado es de gran beneficio económico puesto que los beneficiarios son de escasos recursos económicos de esta manera se da un servicio donde se utiliza energías renovables y el único pago a realizar es el costo de adquisición de los equipos.

12.3. Impacto Social

Esta instalación del aerogenerador permite a una familia tener un mejor nivel de vida, al contar con energía eléctrica para iluminación y funcionamiento de un televisor y un radio.

13. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Tabla 15. Presupuesto del proyecto

GASTOS DIRECTOS			
TECNOLÓGICOS			
RECURSO	VALOR UNITARIO	CANTIDAD	VALOR TOTAL
Aerogenerador 1000W	975	1	975
Controlador de carga 440 ^a	225	1	225
Batería 100 Ah	340	1	340
Inversor 1000W	140	1	140
		Subtotal	1680
MATERIALES			
Tubo redondo 1/2"	6,3	3	18,9
Tuerca	0,4	4	1,6
Perno de 1/2 x 1 1/2	0,5	4	2
Rodela plana n° 1/2 HG	0,07	8	0,56
Rodela presión n° 1/2	0,05	4	0,2
Base de Acero 25x25cm	10	1	10
Tablero Metálico	20	1	20
Interruptor	0,41	3	1,23
Tomacorriente	0,53	3	1,59
Focos de 100w	1,03	3	3,09
Boquilla	1,62	3	4,86
Conductor sólido N° 12m	0,48	25	12
		Subtotal	76,03

GASTOS INDIRECTOS (OTROS)			
Movilización			50
Fotocopias e Impresiones			65
Internet			30
Imprevistos			245,98
		Subtotal	390,98
		TOTAL	2147,01

Elaborado por: Grupo Investigador

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La disposición del recursos eólico es cuantioso y se obtuvo un promedio de 8.97 m/s durante un tiempo de 1 año y 6 meses, estos recursos son favorables para el eficiente funcionamiento de este sistemas de generación eléctrica.
- De acuerdo al estudio de carga, esta vivienda se requiere un sistema que pueda abastecer una demanda diaria de 577W por lo que se utilizó un generador de 1000 W que tendrá una generación de 826,332W que son importantes para el dimensionamiento adecuado de la casa y los diferentes componentes del sistema, que se requiere instalar.
- Cuando se tiene vientos que superan los 11m/s y una generación superior a 15V posee un sistema de control que evita que el aerogenerador se envale mediante un frenado por carga de esta manera ayudando a que no se produzcan daños.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios y búsqueda de elementos que además de realizar la función de la resistencia del aerogenerador aprovechen en su totalidad el recurso eólico para un sistema de calefacción del ambiente dentro de la vivienda.
- Promover estudios sobre los recursos renovables existentes en el Ecuador para la generación de energía eléctrica y poder desarrollar sistemas de baja potencia para el abastecimiento y autoconsumo domiciliario.
- Buscar un sistema que permita monitorear la cantidad de energía que se consume mientras entran en funcionamiento los elementos eléctricos.

15. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía citada

- Energías renovables. (2015). Obtenido de <http://erenovable.com/energias-renovables/>
- Arbeloa, L., & Zurita, J. (2012). Diseño de un aerogenerador de eje vertical tipo savonius para electrificación rural. Pamplona.
- Beltrán , L., & Figueroa, J. (2011). Diseño de un sistema eólico de baja potencia para la zona aledaña al municipio de Gameza-Boyacá. Obtenido de <file:///C:/Users/Bayron/Downloads/142066.pdf>
- CNC Manual. (09 de Junio de 2010). CNC Manual. Recuperado el 10 de Diciembre de 2015, de <http://cncmanual.com/mach3-spanish-manual/>
- Cruz Teruel, F. (2005). Control Numerico y Programación. Barcelona: Marcombo S.A.
- De los Arcos, T. I. (2011). Plasma: El cuarto estado de la materia. Madrid: CSIC.
- Dpto. de Ingeniería Mecánica. (01 de Febrero de 2001). Universidad Tecnologica Nacional . Recuperado el 06 de Agosto de 2015, de <http://www.frp.utn.edu.ar/mecanica/Materias/CNCMH/ClaseDemo.PDF>
- Dpto. de Ingeniería Mecánica. (31 de Agosto de 2012). Escuela Tecnica Superior de Ingeniería Bilbao . Recuperado el 21 de Noviembre de 2015, de http://www.ehu.es/manufacturing/docencia/737_ca.pdf
- Gálvez, R. (2005). "Diseño y cálculo preliminar de la torre de un aerogenerador". Universidad Carlos III de Madrid.
- González, J. (2009). Energías Renovables. Barcelona: Reverté.
- Groover, M. P. (1997). Fundamentos de manufactura moderna:materiales, procesos y sistemas. Mexico: Pearson.
- Jimenez, R. (12 de Mayo de 2013). Ingeniería de Manufactura. Recuperado el 10 de Diciembre de 2016, de <http://materias.fi.uba.ar/7565/U4-control-merico-por-computadora.pdf>
- Mattio, H. T. (2009). Recomendaciones para mediciones de velocidad y dirección del viento con fines de generación eléctrica, y medición de potencia eléctrica generada por aerogeneradores. Obtenido de http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/accion_viento/Recomendaciones_Mediciones_de_Viento.pdf
- Menéndez, E. (1997). Las energías renovables un enfoque político-ecológico. Madrid: Los libros de la catarata.
- Mur, J. (s.f.). Curso de energía eólica. Obtenido de Departamento de ingeniería eléctrica de la Universidad de Saragoza: <http://www.windygrid.org/manualEolico.pdf>
- Orozco, Roldan, R. (2013). Trazado, corte y conformado. Madrid: Paraninfo.

Perales, T. (2009). Guía del instalador de energías renovables. C.C.

Tecnología, I. I. (s.f.). Velocidad del viento con la altura y el terreno. Obtenido de <http://www.industriaytecnologia.com/velocidad-del-viento.html>

UCLM. (2011). Energía eólica. Obtenido de https://www.uclm.es/profesorado/ajbarbero/FAA/EEOLICA_Febrero2012_G9.pdf

ANEXOS





MANUAL DE MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN.

Lea atentamente todos los pasos de este manual. De lo contrario, puede cometer errores que dañen a una persona o al equipo.

En este manual usted encontrará instrucciones claras acerca de cómo instalar el equipo (torre, tablero eléctrico y aerogenerador), como operarlo, y cómo realizar un correcto mantenimiento.

Componentes Del Kit

E1K - Aero generador eje vertical 1KW híbrido Darrieus Savonius EOLO 1000

El kit se compone de los siguientes componentes:

- 1 x M39 - rotor de la turbina eólica de eje vertical.
- 1 x M12 - Alternador imán permanente dinamo 1Kw.
- 1 x M40 - Palo universal para turbinas eólicas.
- 6 – brazos de aluminio.
- 1 – soporte
- 1 – brida inferior
- 1 – brida superior
- 1 – brida media
- 1 – placa soporte del generador
- 3 – palas savonius
- 3 – sujetadores de la pala savonius
- 12 – sujetadores de la pala darrieus
- 12 – B18.3.4M – 5x0.8x30 SBHCS—N
- 24 – B18.3.4M – 5x0.8x10 SBHCS—N
- 1 – inversor de corriente de 1000W
- 1 – regulador de carga
- 1 – relé térmico
- 1 – batería de 6 placas de ciclo profundo 100 A/h

Todos los componentes del aerogenerador se encuentran especificados en los planos localizados en los anexos.

INSTALACIÓN ELECTRICA

- 1.-Armado el aerogenerador como indica el manual, procedemos a conectar el cable positivo del generador al terminal positivo del regulador de carga. Del mismo terminal conectamos al polo positivo de la batería. El cable negativo del generador se conecta al polo negativo de la batería.
 - 2.-La resistencia se conecta al terminal positivo del regulador de carga, el terminal negativo de la resistencia se conecta al polo negativo de la batería.
 - 3.-La entrada positiva y negativa del regulador de carga se conecta a los polos de la batería (+ y -).
 - 4.-El inversor de carga de 1000W conectar a la batería terminal positivo con polo positivo y de la misma forma el terminal negativo.
 - 5.-Verificar que todas las conexiones se encuentren correctamente realizadas y proceder a encender el inversor de carga si el equipo funciona correctamente conectar los equipos eléctricos.
- NOTA en la conexión del generador al regulador de carga en el cable positivo implementar un diodo rectificador de 6 A.

Aerogenerador	Regulador de carga
	
Inversor de corriente	Batería
	

Elaborado por: Grupo Investigador

OPERACIÓN DEL EQUIPO

El sistema puede funcionar ininterrumpidamente sin intervención alguna. Sin embargo recomendamos monitorear el sistema, para mejorar su funcionamiento y prolongar la vida útil del mismo.

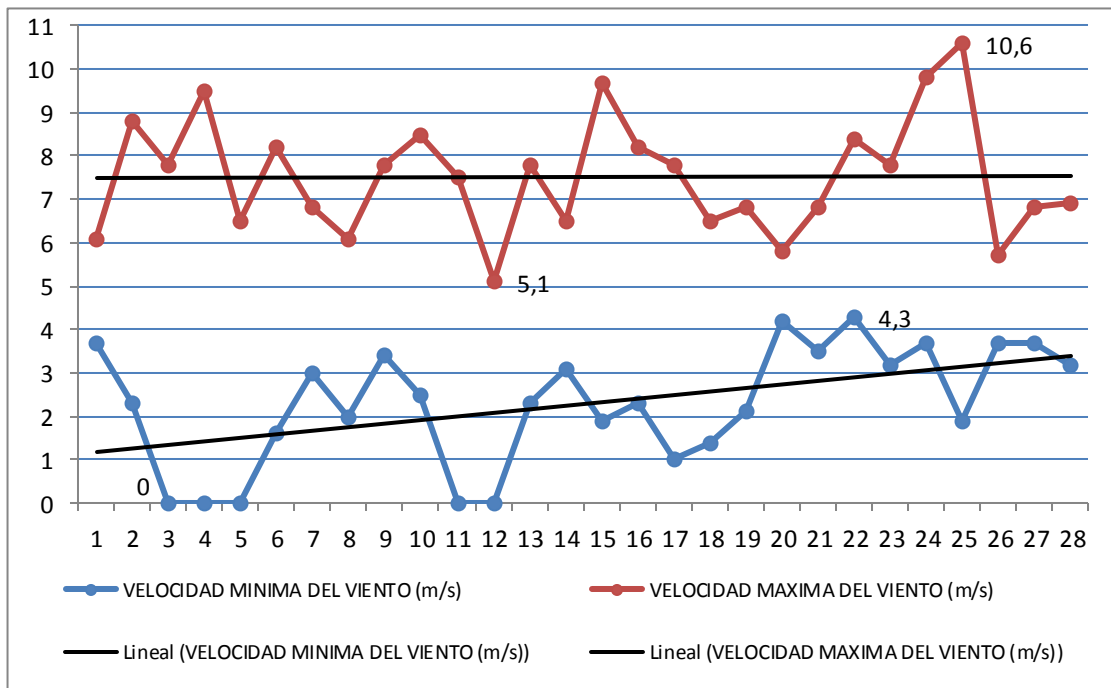
- Realizar un reajuste de toda la estructura del aerogenerador.
- Controle periódicamente que no haya humedad ni calor excesivo en la sala donde se encuentra el tablero eléctrico y la batería.
- El regulador de carga marca el voltaje existente en las baterías si observa alguna anomalía con la carga que puede ser muy baja o alta revisar la conexión de los terminales de todo el circuito de generación y transformación, verificar si el diodo rectificador no se encuentra quemado.
- Si no soluciona alguna anomalía comunicarse con el técnico.

MANTENIMIENTO DEL EQUIPO

- Verificar periódicamente que los terminales de las baterías no estén sulfatadas y si están apagar el inversor y limpiar las zonas sulfatadas.
- Engrasar las zonas del aerogenerador que se encuentran sometidas a fricción por rotación.

FEBRERO			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/01/2015	3,7	6,1	SE
02/02/2015	2,3	8,8	SO
03/02/2015	1.4	7,8	NO
04/02/2015	1.3	9,5	O
05/02/2015	0	6,5	NO
06/02/2015	1,6	8,2	SO
07/02/2015	3	6,8	NO
08/02/2015	2	6,1	SO
09/02/2015	3,4	7,8	NO
10/02/2015	2,5	8,5	NO
11/02/2015	0	7,5	NO
12/02/2015	0	5,1	SO
13/02/2015	2,3	7,8	NO
14/02/2015	3,1	6,5	NO
15/02/2015	1,9	9,7	NO
16/02/2015	2,3	8,2	NO
17/02/2015	1	7,8	SO
18/02/2015	1,4	6,5	O
19/02/2015	2,1	6,8	NO
20/02/2015	4,2	5,8	O
21/02/2015	3,5	6,8	O
22/02/2015	4,3	8,4	NO
23/02/2015	3,2	7,8	NO
24/02/2015	3,7	9,8	NO
25/02/2015	1,9	10,6	NO
26/02/2015	3,7	5,7	O
27/02/2015	3,7	6,8	O
28/02/2015	3,2	6,9	O
VALOR MINIMO	0	5,1	
VALOR MAXIMO	4,3	10,6	
PROMEDIO	2,46	7,54	

Elaborado por: Grupo Investigador

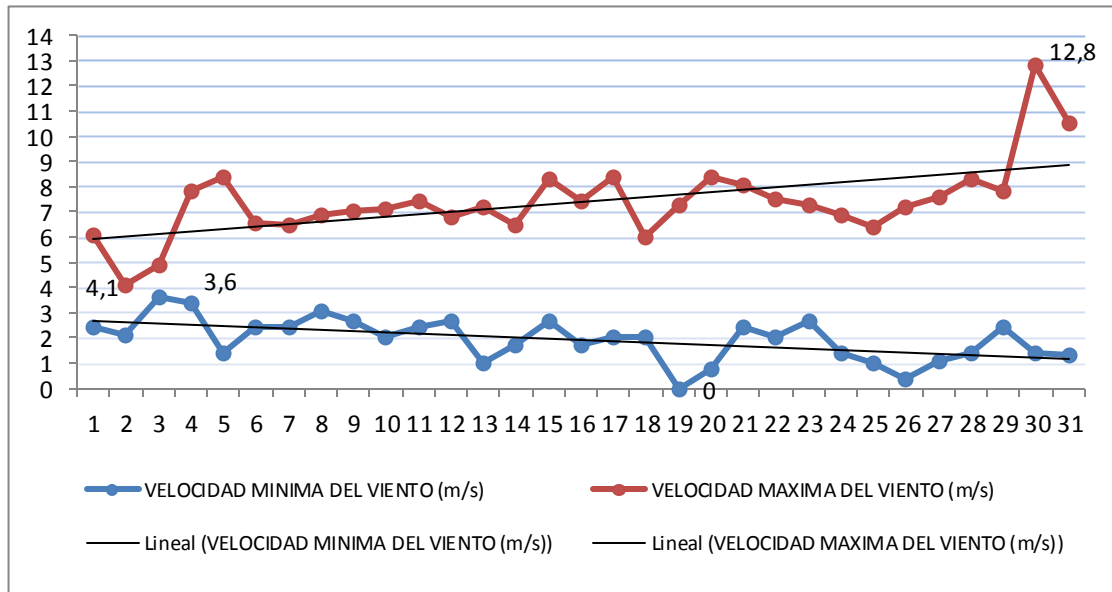


Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 3 que el rango máximo es (10,6m/s), permitiendo una generación óptima de 1060W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (7,74m/s), permitiendo una generación de 774W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

MARZO 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/03/2015	2,4	6,1	N
02/03/2015	2,1	4,1	NE
03/03/2015	3,6	4,9	NE
04/03/2015	3,4	7,8	N
05/03/2015	1,4	8,4	N
06/03/2015	2,4	6,6	N
07/03/2015	2,4	6,5	N
08/03/2015	3,1	6,9	NO
09/03/2015	2,7	7	NO
10/03/2015	2	7,1	NO
11/03/2015	2,4	7,4	SO
12/03/2015	2,7	6,8	O
13/03/2015	1	7,2	SO
14/03/2015	1,7	6,5	E
15/03/2015	2,7	8,3	E
16/03/2015	1,7	7,4	E
17/03/2015	2	8,4	SE
18/03/2015	2	6	E
19/03/2015	1,3	7,3	E
20/03/2015	0,8	8,4	E
21/03/2015	2,4	8,1	SE
22/03/2015	2	7,5	E
23/03/2015	2,7	7,3	SE
24/03/2015	1,4	6,9	E
25/03/2015	1	6,4	NE
26/03/2015	0,4	7,2	NE
27/03/2015	1,1	7,6	E
28/03/2015	1,4	8,3	E
29/03/2015	2,4	7,8	NE
30/03/2015	1,4	12,8	NE
31/03/2015	1,3	10,5	NE
VALOR MINIMO	0,4	4,1	
VALOR MAXIMO	3,6	12,8	
PROMEDIO	2,00	7,47	

Elaborado por: Grupo Investigador

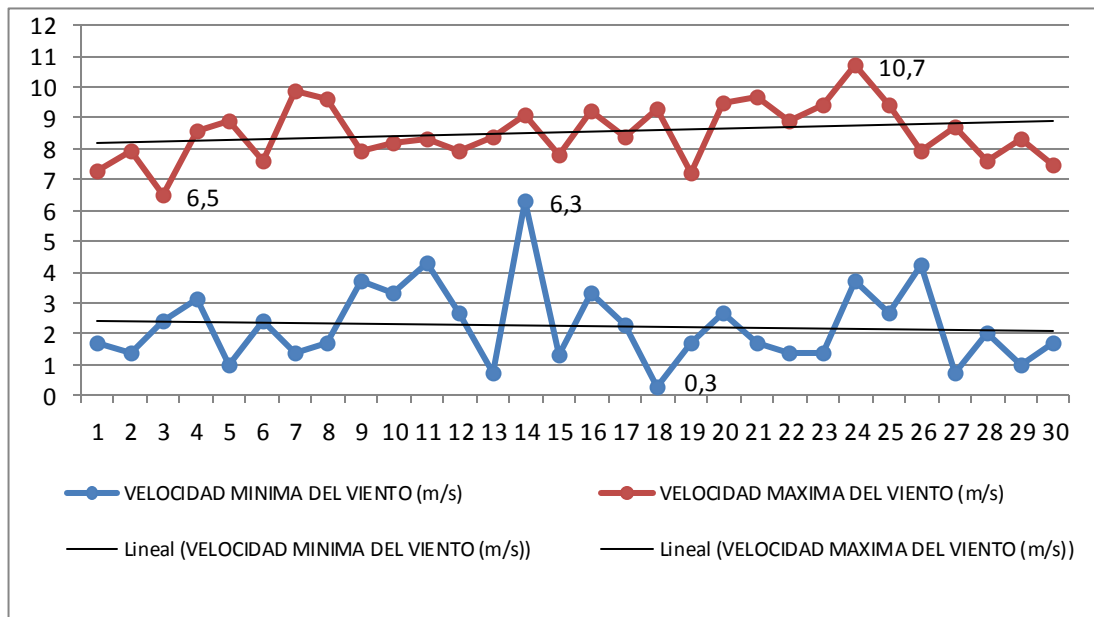


Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 4 que el rango máximo es (12,8m/s), permitiendo una generación óptima de 1280W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (7,47m/s), permitiendo una generación de 747W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

ABRIL 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/04/2015	1,7	7,3	NE
02/04/2015	1,4	7,9	NE
03/04/2015	2,4	6,5	NE
04/04/2015	3,1	8,6	NE
05/04/2015	1	8,9	NE
06/04/2015	2,4	7,6	NE
07/04/2015	1,4	9,9	SE
08/04/2015	1,7	9,6	NE
09/04/2015	3,7	7,9	NE
10/04/2015	3,3	8,2	NE
11/04/2015	4,3	8,3	E
12/04/2015	2,7	7,9	NE
13/04/2015	0,7	8,4	NE
14/04/2015	6,3	9,1	NE
15/04/2015	1,3	7,8	NE
16/04/2015	3,3	9,2	NE
17/04/2015	2,3	8,4	NE
18/04/2015	0,3	9,3	E
19/04/2015	1,7	7,2	NE
20/04/2015	2,7	9,5	NE
21/04/2015	1,7	9,7	NE
22/04/2015	1,4	8,9	NE
23/04/2015	1,4	9,4	E
24/04/2015	3,7	10,7	NE
25/04/2015	2,7	9,4	E
26/04/2015	4,2	7,9	E
27/04/2015	0,7	8,7	NE
28/04/2015	2	7,6	E
29/04/2015	1	8,3	E
30/04/2015	1,7	7,5	E
VALOR MINIMO	0,3	6,5	
VALOR MAXIMO	6,3	10,7	
PROMEDIO	2,34	8,53	

Elaborado por: Grupo Investigador

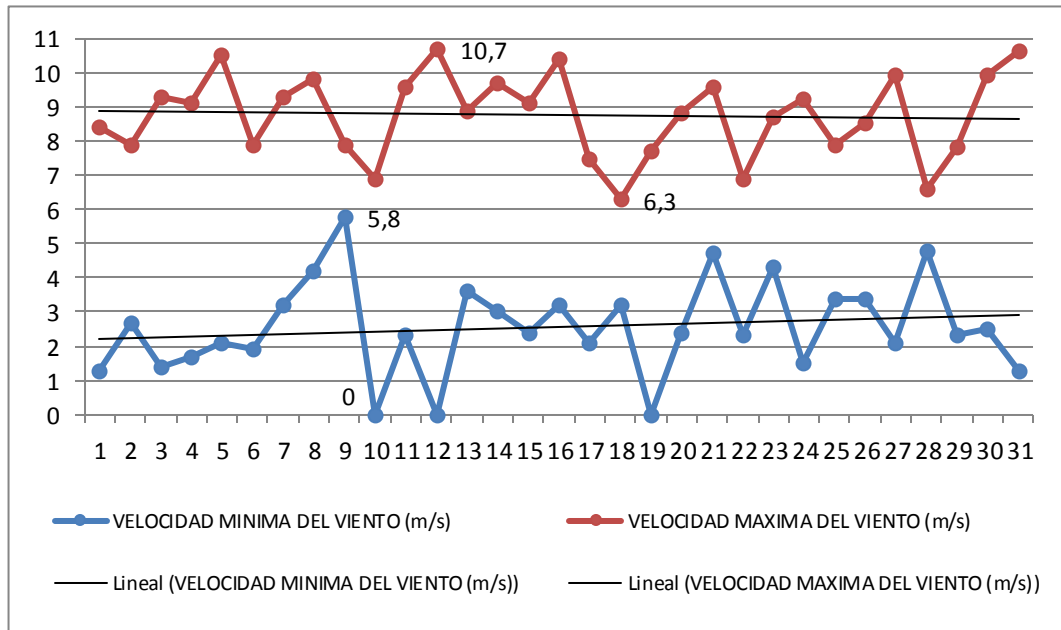


Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 4 que el rango máximo es (10,7m/s), permitiendo una generación óptima de 1070W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0,3m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (7,47m/s), permitiendo una generación de 747W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

MAYO 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/05/2015	1,3	8,4	E
02/05/2015	2,7	7,9	SE
03/05/2015	1,4	9,3	SE
04/05/2015	1,7	9,1	SE
05/05/2015	2,1	10,5	E
06/05/2015	1,9	7,9	E
07/05/2015	3,2	9,3	E
08/05/2015	4,2	9,8	E
09/05/2015	5,8	7,9	E
10/05/2015	0	6,9	E
11/05/2015	2,3	9,6	N
12/05/2015	1.1	10,7	O
13/05/2015	3,6	8,9	O
14/05/2015	3	9,7	N
15/05/2015	2,4	9,1	E
16/05/2015	3,2	10,4	E
17/05/2015	2,1	7,5	E
18/05/2015	3,2	6,3	S
19/05/2015	0	7,7	S
20/05/2015	2,4	8,8	S
21/05/2015	4,7	9,6	S
22/05/2015	2,3	6,9	S
23/05/2015	4,3	8,7	S
24/05/2015	1,5	9,2	S
25/05/2015	3,4	7,9	N
26/05/2015	3,4	8,5	N
27/05/2015	2,1	9,9	N
28/05/2015	4,8	6,6	N
29/05/2015	2,3	7,8	NE
30/05/2015	2,5	9,9	NE
31/05/2015	1,3	10,6	E
VALOR MINIMO	0	6,3	
VALOR MAXIMO	5,8	10,7	
PROMEDIO	2,65	8,74	

Elaborado por: Grupo Investigador

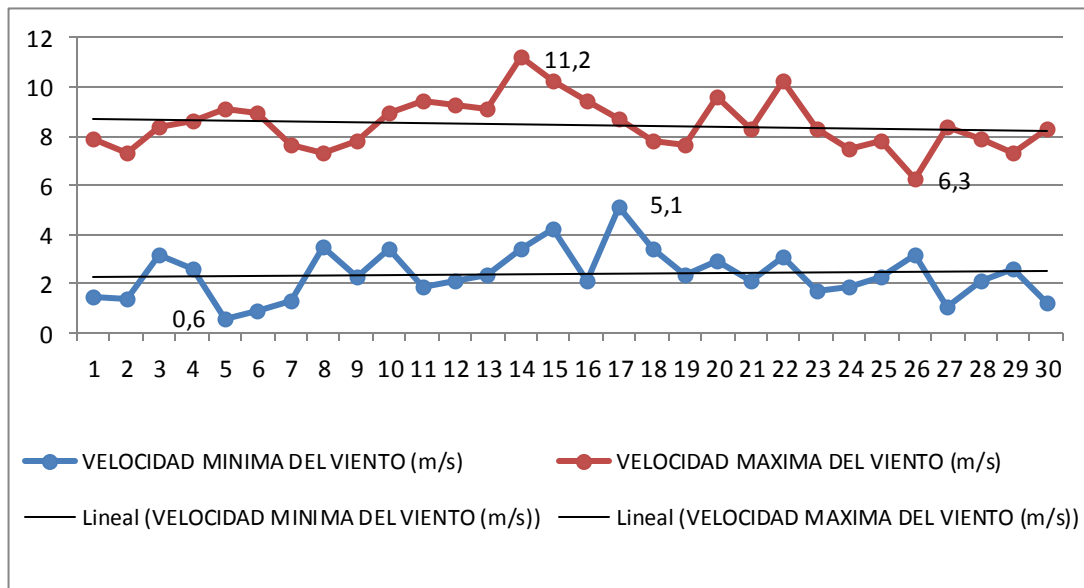


Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 6 que el rango máximo es (10,7m/s), permitiendo una generación óptima de 1070W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (8,74m/s), permitiendo una generación de 874W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

JUNIO 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/06/2015	1,5	7,9	E
02/06/2015	1,4	7,3	E
03/06/2015	3,2	8,4	NO
04/06/2015	2,6	8,6	NO
05/06/2015	0,6	9,1	NO
06/06/2015	0,9	8,9	N
07/06/2015	1,3	7,6	N
08/06/2015	3,5	7,3	N
09/06/2015	2,3	7,8	N
10/06/2015	3,4	8,9	S
11/06/2015	1,9	9,4	SE
12/06/2015	2,1	9,3	SE
13/06/2015	2,4	9,1	SO
14/06/2015	3,4	11,2	SO
15/06/2015	4,2	10,2	NO
16/06/2015	2,1	9,4	NO
17/06/2015	5,1	8,7	N
18/06/2015	3,4	7,8	NO
19/06/2015	2,4	7,6	SO
20/06/2015	2,9	9,6	O
21/06/2015	2,1	8,3	O
22/06/2015	3,1	10,2	NO
23/06/2015	1,7	8,3	NO
24/06/2015	1,9	7,5	NO
25/06/2015	2,3	7,8	O
26/06/2015	3,2	6,3	O
27/06/2015	1,1	8,4	O
28/06/2015	2,1	7,9	O
29/06/2015	2,6	7,3	O
30/06/2015	1,2	8,3	O
VALOR MINIMO	0,6	6,3	
VALOR MAXIMO	5,1	11,2	
PROMEDIO	2,43	8,50	

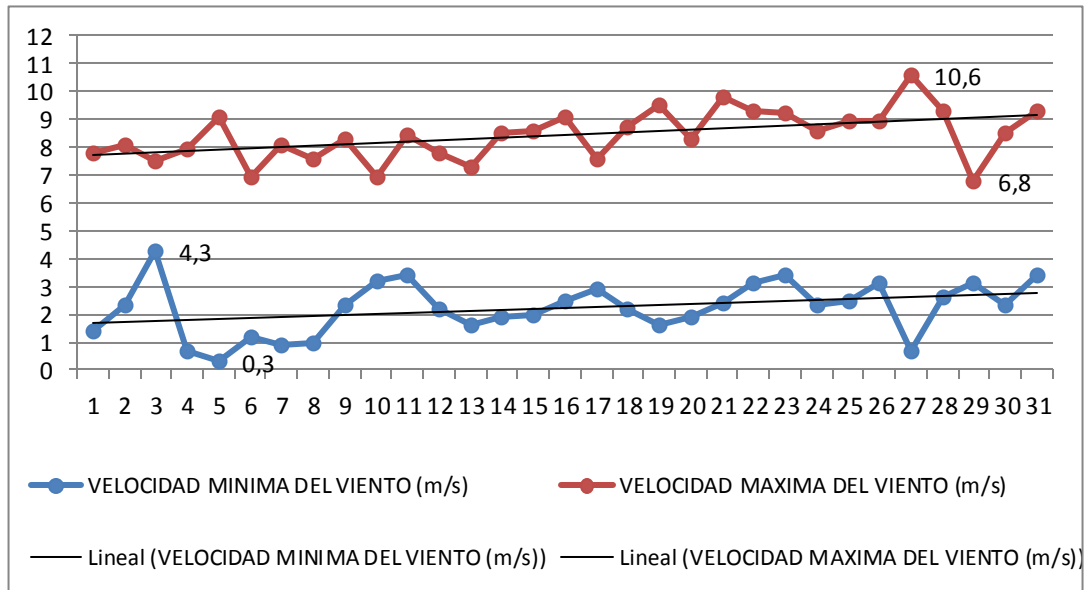
Elaborado por: Grupo Investigador



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 7 que el rango máximo es (11,2m/s), permitiendo una generación óptima de 1120W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0,6 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (8,5m/s), permitiendo una generación de 850W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

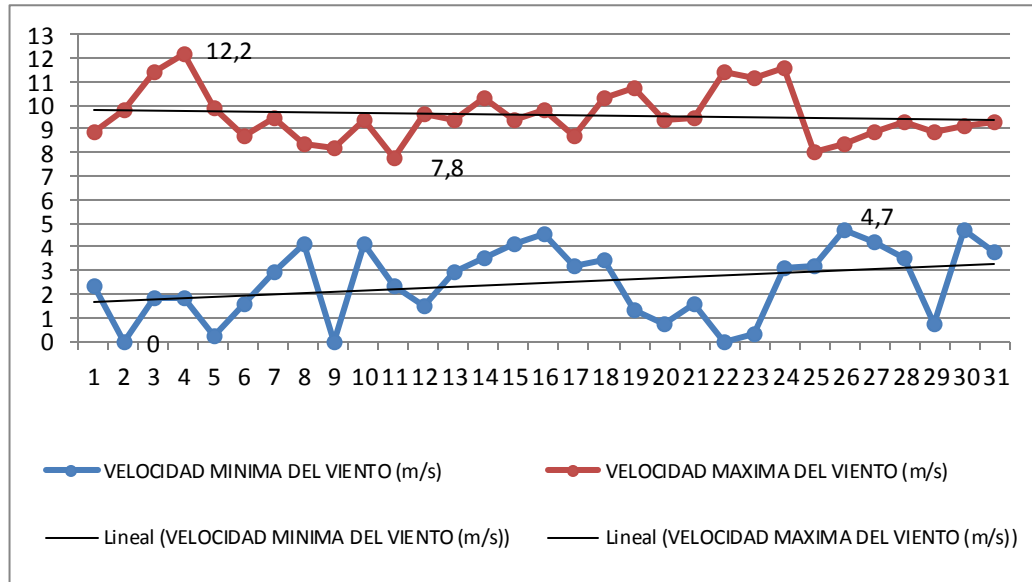
JULIO 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/07/2015	1,4	7,8	NO
02/07/2015	2,3	8,1	NE
03/07/2015	4,3	7,5	E
04/07/2015	0,7	7,9	NE
05/07/2015	0,3	9,1	N
06/07/2015	1,2	6,9	NE
07/07/2015	0,9	8,1	NO
08/07/2015	1	7,6	NO
09/07/2015	2,3	8,3	NO
10/07/2015	3,2	6,9	O
11/07/2015	3,4	8,4	NO
12/07/2015	2,2	7,8	NO
13/07/2015	1,6	7,3	NO
14/07/2015	1,9	8,5	NO
15/07/2015	2	8,6	NO
16/07/2015	2,5	9,1	NO
17/07/2015	2,9	7,6	NO
18/07/2015	2,2	8,7	NO
19/07/2015	1,6	9,5	O
20/07/2015	1,9	8,3	O
21/07/2015	2,4	9,8	SO
22/07/2015	3,1	9,3	SO
23/07/2015	3,4	9,2	NO
24/07/2015	2,3	8,6	N
25/07/2015	2,5	8,9	NO
26/07/2015	3,1	8,9	NO
27/07/2015	0,7	10,6	O
28/07/2015	2,6	9,3	O
29/07/2015	3,1	6,8	S
30/07/2015	2,3	8,5	S
31/07/2015	3,4	9,3	N
VALOR MINIMO	0,3	6,8	
VALOR MAXIMO	4,3	10,6	
PROMEDIO	2,22	8,44	



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 8 que el rango máximo es (10,6m/s), permitiendo una generación óptima de 1060W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0,3 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (8,44m/s), permitiendo una generación de 844W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

AGOSTO			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/08/2015	2,3	8,9	N
02/08/2015	0	9,8	N
03/08/2015	1,8	11,4	O
04/08/2015	1,8	12,2	O
05/08/2015	0,2	9,9	O
06/08/2015	1,6	8,7	O
07/08/2015	2,9	9,5	SO
08/08/2015	4,1	8,4	SO
09/08/2015	3,2	8,2	SO
10/08/2015	4,1	9,4	SO
11/08/2015	2,3	7,8	SO
12/08/2015	1,5	9,6	SO
13/08/2015	2,9	9,4	NO
14/08/2015	3,5	10,3	NO
15/08/2015	4,1	9,4	O
16/08/2015	4,5	9,8	SO
17/08/2015	3,2	8,7	SO
18/08/2015	3,4	10,3	NO
19/08/2015	1,3	10,7	NO
20/08/2015	0,7	9,4	O
21/08/2015	1,6	9,5	SO
22/08/2015	1,8	11,4	SO
23/08/2015	0,3	11,2	SO
24/08/2015	3,1	11,6	SO
25/08/2015	3,2	8	SO
26/08/2015	4,7	8,4	NO
27/08/2015	4,2	8,9	N
28/08/2015	3,5	9,3	NO
29/08/2015	0,7	8,9	NO
30/08/2015	4,7	9,1	O
31/08/2015	3,8	9,3	O
VALOR MINIMO	0	7,8	
VALOR MAXIMO	4,7	12,2	
PROMEDIO	2,60	9,62	

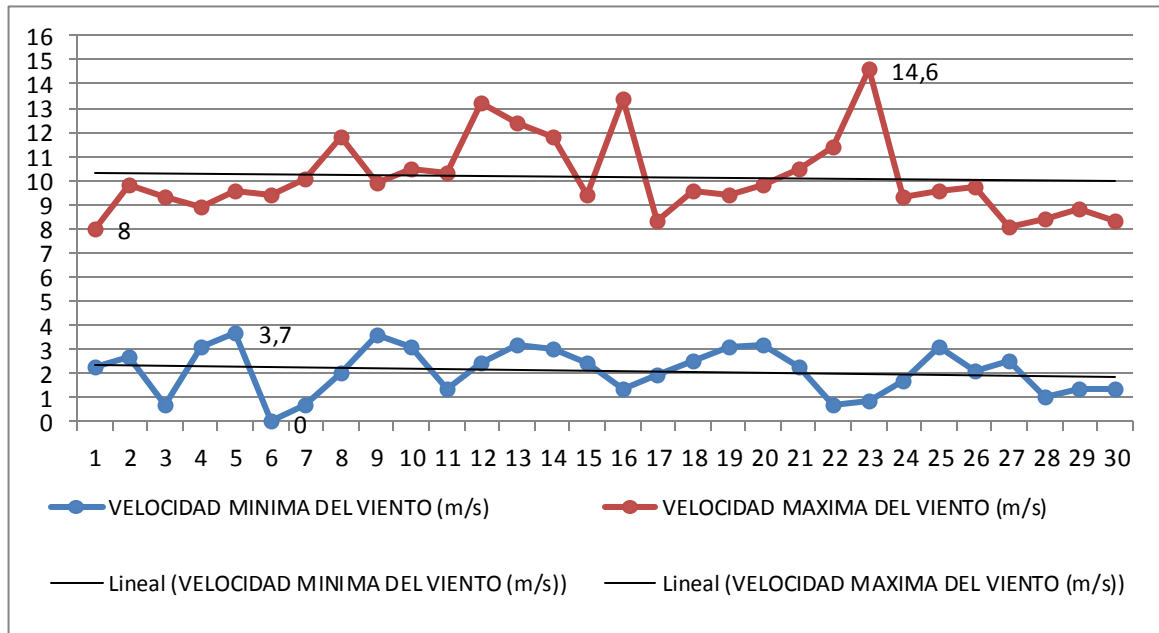


Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 9 que el rango máximo es (12,2m/s), permitiendo una generación óptima de 1220W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (9,62/s), permitiendo una generación de 962W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

SEPTIEMBRE 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/09/2015	2,3	8	SE
02/09/2015	2,7	9,8	SO
03/09/2015	0,7	9,3	S
04/09/2015	3,1	8,9	S
05/09/2015	3,7	9,6	N
06/09/2015	0	9,4	NO
07/09/2015	0,7	10,1	NO
08/09/2015	2	11,8	NO
09/09/2015	3,6	9,9	NO
10/09/2015	3,1	10,5	O
11/09/2015	1,4	10,3	O
12/09/2015	2,4	13,2	SO
13/09/2015	3,2	12,4	O
14/09/2015	3	11,8	O
15/09/2015	2,4	9,4	O
16/09/2015	1,4	13,4	O
17/09/2015	1,9	8,3	SO
18/09/2015	2,5	9,6	O
19/09/2015	3,1	9,4	O
20/09/2015	3,2	9,8	NO
21/09/2015	2,3	10,5	NO
22/09/2015	0,7	11,4	NO
23/09/2015	0,9	14,6	NO
24/09/2015	1,7	9,3	E
25/09/2015	3,1	9,6	E
26/09/2015	2,1	9,7	NO
27/09/2015	2,5	8,1	N
28/09/2015	1	8,4	N
29/09/2015	1,4	8,8	O
30/09/2015	1,4	8,3	O
VALOR MINIMO	0	8	
VALOR MAXIMO	3,7	14,6	
PROMEDIO	2,10	10,19	

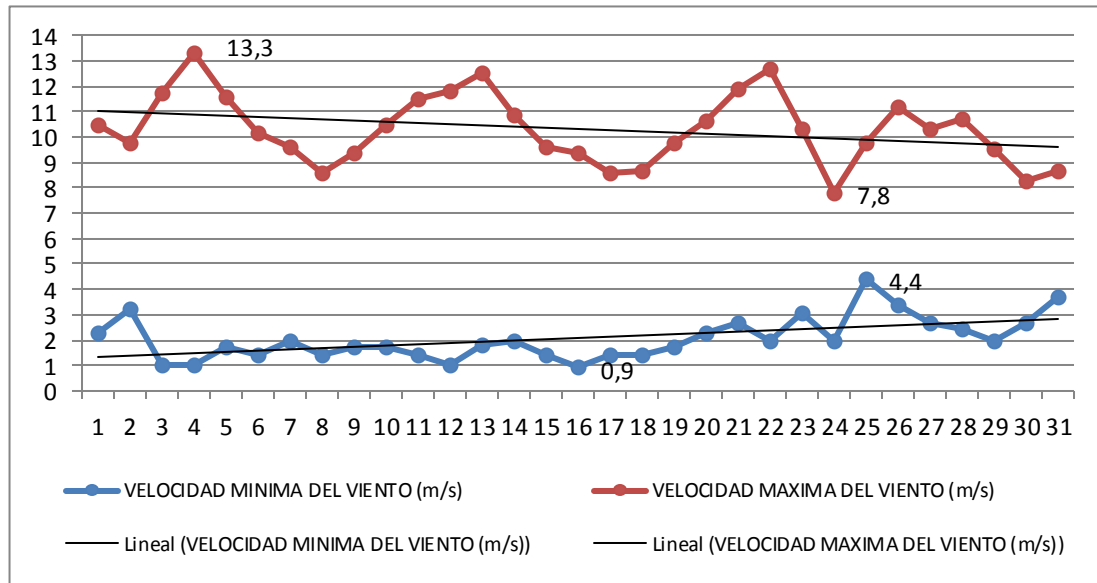
Elaborado por: Grupo Investigador



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 10 que el rango máximo es (14,6m/s), permitiendo una generación óptima de 1460W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (10,19/s), permitiendo una generación de 1019W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

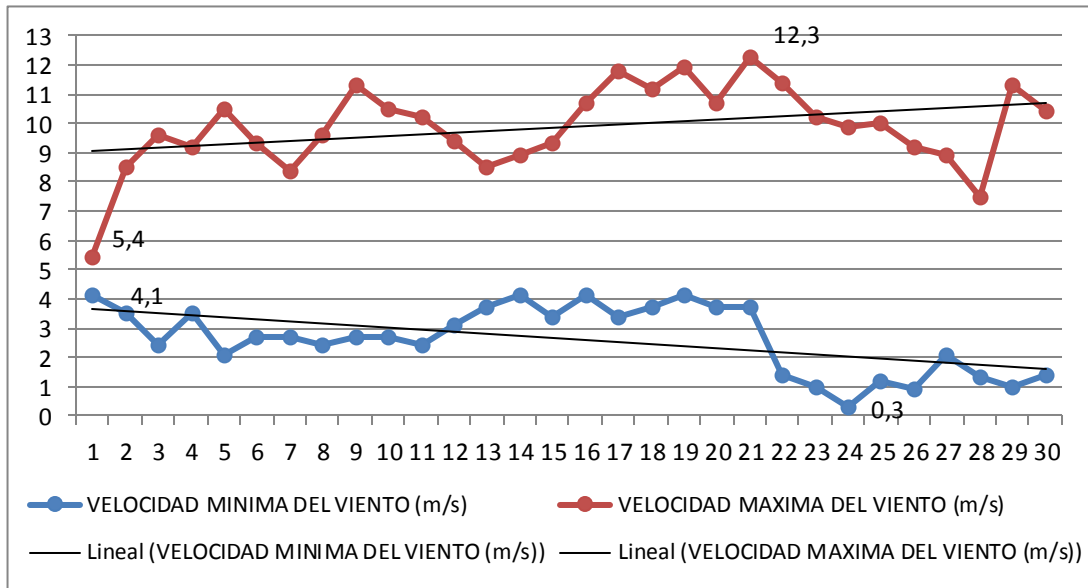
OCTUBRE 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/10/2015	2,3	10,5	SO
02/10/2015	3,2	9,8	O
03/10/2015	1	11,7	NO
04/10/2015	1	13,3	O
05/10/2015	1,7	11,6	S
06/10/2015	1,4	10,2	S
07/10/2015	2	9,6	SO
08/10/2015	1,4	8,6	SO
09/10/2015	1,7	9,4	O
10/10/2015	1,7	10,5	S
11/10/2015	1,4	11,5	O
12/10/2015	1	11,8	O
13/10/2015	1,8	12,5	S
14/10/2015	2	10,9	SO
15/10/2015	1,4	9,6	SO
16/10/2015	0,9	9,4	NO
17/10/2015	1,4	8,6	NO
18/10/2015	1,4	8,7	NO
19/10/2015	1,7	9,8	O
20/10/2015	2,3	10,6	NO
21/10/2015	2,7	11,9	SO
22/10/2015	2	12,7	O
23/10/2015	3,1	10,3	N
24/10/2015	2	7,8	O
25/10/2015	4,4	9,8	O
26/10/2015	3,4	11,2	NO
27/10/2015	2,7	10,3	NO
28/10/2015	2,4	10,7	NO
29/10/2015	2	9,5	SO
30/10/2015	2,7	8,3	O
31/10/2015	3,7	8,7	NO
VALOR MINIMO	0,9	7,8	
VALOR MAXIMO	4,4	13,3	
PROMEDIO	2,09	10,33	



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 11 que el rango máximo es (13,3m/s), permitiendo una generación óptima de 1330W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0,9 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (10,33/s), permitiendo una generación de 1033W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

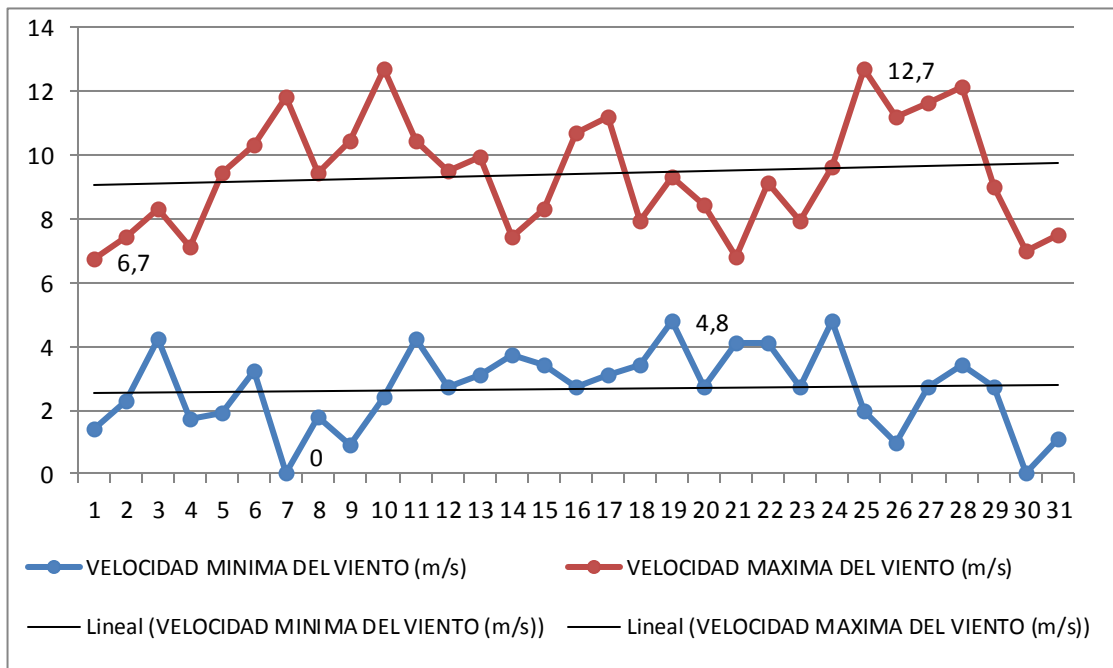
NOVIEMBRE 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/11/2015	4,1	5,4	NO
02/11/2015	3,5	8,5	O
03/11/2015	2,4	9,6	SO
04/11/2015	3,5	9,2	NO
05/11/2015	2,1	10,5	SO
06/11/2015	2,7	9,3	O
07/11/2015	2,7	8,4	NO
08/11/2015	2,4	9,6	O
09/11/2015	2,7	11,3	O
10/11/2015	2,7	10,5	NO
11/11/2015	2,4	10,2	O
12/11/2015	3,1	9,4	NO
13/11/2015	3,7	8,5	NO
14/11/2015	4,1	8,9	NO
15/11/2015	3,4	9,3	O
16/11/2015	4,1	10,7	NO
17/11/2015	3,4	11,8	NO
18/11/2015	3,7	11,2	NO
19/11/2015	4,1	11,9	O
20/11/2015	3,7	10,7	O
21/11/2015	3,7	12,3	O
22/11/2015	1,4	11,4	SO
23/11/2015	1	10,2	SE
24/11/2015	0,3	9,9	N
25/11/2015	1,2	10	NO
26/11/2015	0,9	9,2	NE
27/11/2015	2,1	8,9	SE
28/11/2015	1,3	7,5	SO
29/11/2015	1	11,3	S
30/11/2015	1,4	10,4	NO
VALOR MINIMO	0,3	5,4	
VALOR MAXIMO	4,1	12,3	
PROMEDIO	2,60	9,80	



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 12 que el rango máximo es (12,3m/s), permitiendo una generación óptima de 1230W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0,3 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (9,8 m/s), permitiendo una generación de 980W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

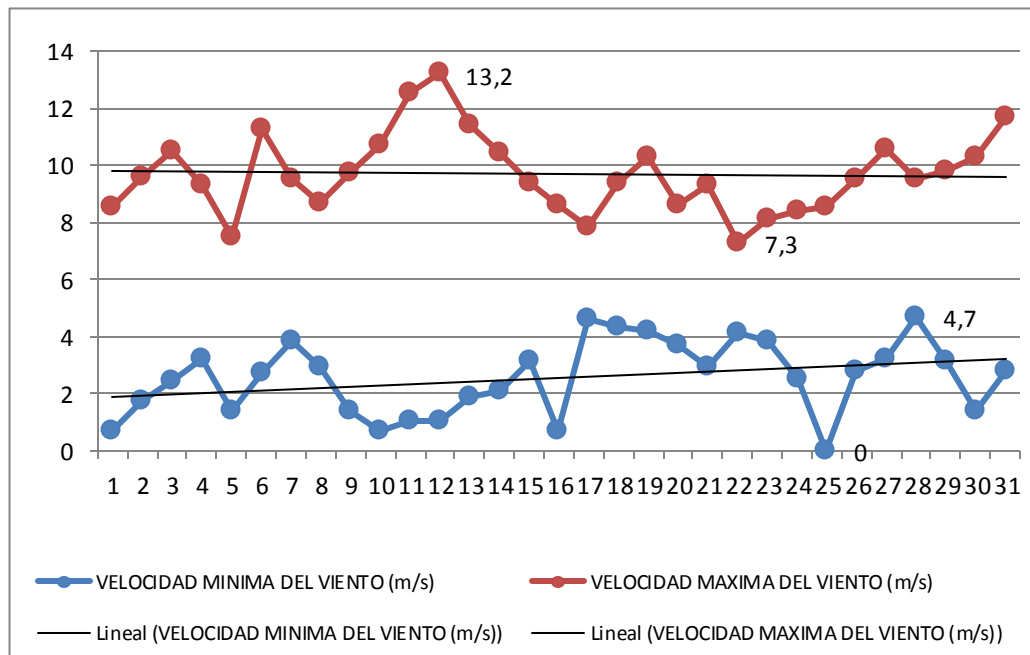
DICIEMBRE 2015			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/12/2015	1,4	6,7	NO
02/12/2015	2,3	7,4	NO
03/12/2015	4,2	8,3	O
04/12/2015	1,7	7,1	E
05/12/2015	1,9	9,4	E
06/12/2015	3,2	10,3	E
07/12/2015	0	11,8	O
08/12/2015	1,8	9,4	E
09/12/2015	0,9	10,4	E
10/12/2015	2,4	12,7	E
11/12/2015	4,2	10,4	E
12/12/2015	2,7	9,5	E
13/12/2015	3,1	9,9	E
14/12/2015	3,7	7,4	O
15/12/2015	3,4	8,3	NO
16/12/2015	2,7	10,7	NO
17/12/2015	3,1	11,2	NO
18/12/2015	3,4	7,9	O
19/12/2015	4,8	9,3	NO
20/12/2015	2,7	8,4	NO
21/12/2015	4,1	6,8	NO
22/12/2015	4,1	9,1	SO
23/12/2015	2,7	7,9	SO
24/12/2015	4,8	9,6	SO
25/12/2015	2	12,7	SO
26/12/2015	1	11,2	O
27/12/2015	2,7	11,6	O
28/12/2015	3,4	12,1	O
29/12/2015	2,7	9	SO
30/12/2015	0,8	7	O
31/12/2015	1,1	7,5	S
VALOR MINIMO	0	6,7	
VALOR MAXIMO	4,8	12,7	
PROMEDIO	2,72	9,41	



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 13 que el rango máximo es (12,7m/s), permitiendo una generación óptima de 1270W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (9,41 m/s), permitiendo una generación de 941W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

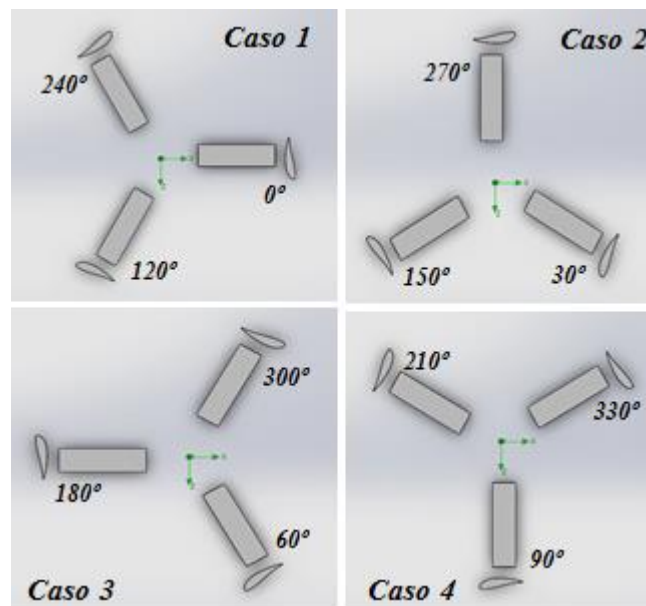
ENERO 2016			
FECHA	VELOCIDAD MINIMA DEL VIENTO (m/s)	VELOCIDAD MAXIMA DEL VIENTO (m/s)	DIRECCION DEL VIENTO
01/01/2016	0,7	8,5	SO
02/01/2016	1,7	9,6	NO
03/01/2016	2,4	10,5	NO
04/01/2016	3,2	9,3	O
05/01/2016	1,4	7,5	SO
06/01/2016	2,7	11,3	E
07/01/2016	3,8	9,5	E
08/01/2016	2,9	8,7	E
09/01/2016	1,4	9,7	SE
10/01/2016	0,7	10,7	NE
11/01/2016	1	12,5	NE
12/01/2016	1	13,2	E
13/01/2016	1,9	11,4	E
14/01/2016	2,1	10,4	E
15/01/2016	3,1	9,4	NE
16/01/2016	0,7	8,6	E
17/01/2016	4,6	7,8	SE
18/01/2016	4,3	9,4	E
19/01/2016	4,2	10,3	E
20/01/2016	3,7	8,6	E
21/01/2016	2,9	9,3	E
22/01/2016	4,1	7,3	E
23/01/2016	3,8	8,1	SE
24/01/2016	2,5	8,4	E
25/01/2016	0	8,5	SE
26/01/2016	2,8	9,5	SE
27/01/2016	3,2	10,6	SE
28/01/2016	4,7	9,5	SE
29/01/2016	3,1	9,8	O
30/01/2016	1,4	10,3	O
31/01/2016	2,8	11,7	NO
VALOR MINIMO	0	7,3	
VALOR MAXIMO	4,7	13,2	
PROMEDIO	2,53	9,71	



Interpretación

De acuerdo al estudio realizado se observa en el anexo 14 que el rango máximo es (13,2m/s), permitiendo una generación óptima de 1320W el cual es adecuado para la generación mientras que el rango mínimo de generación es (0 m/s), lo cual el aerogenerador no estaría funcionando por falta de potencial eólico, mientras que en la velocidad promedio del mes es (9,71 m/s), permitiendo una generación de 971W esta velocidad promedio es adecuado para la generación eléctrica.

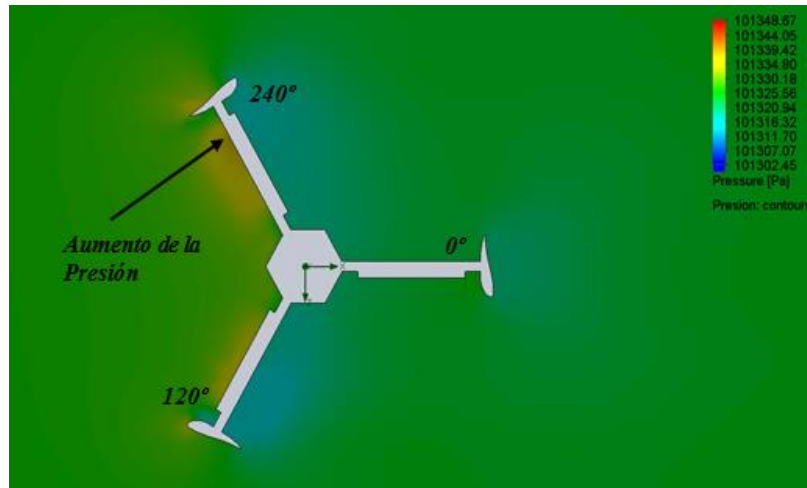
Ángulos de ataque			
Caso N°	Pala 1	Pala 2	Pala 3
1	0	120	240
2	30	150	270
3	60	180	300
4	90	210	330



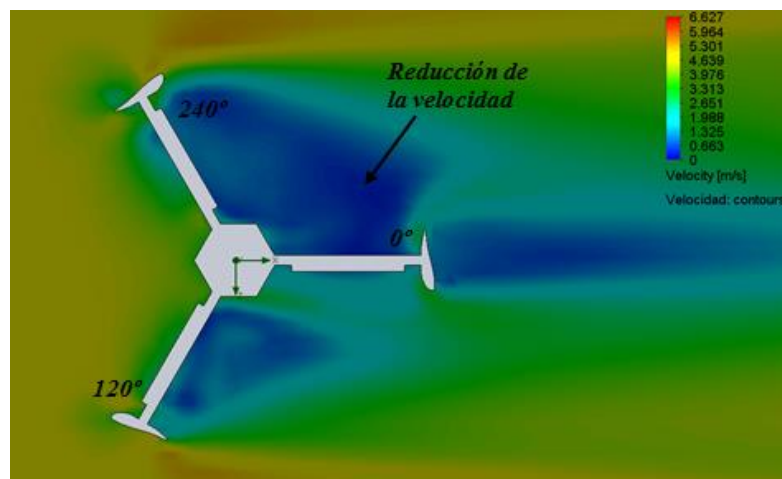
INTERPRETACIÓN:

Se define para el análisis cuatro casos con diferente ángulo de ataque de 30 grados. Se considera que esta distribución es uniforme en cada caso y permite resultados similares y no repetitivos. En la siguiente tabla se detalla el ángulo de ataque en cada caso y su cobertura en el análisis global.

Presión



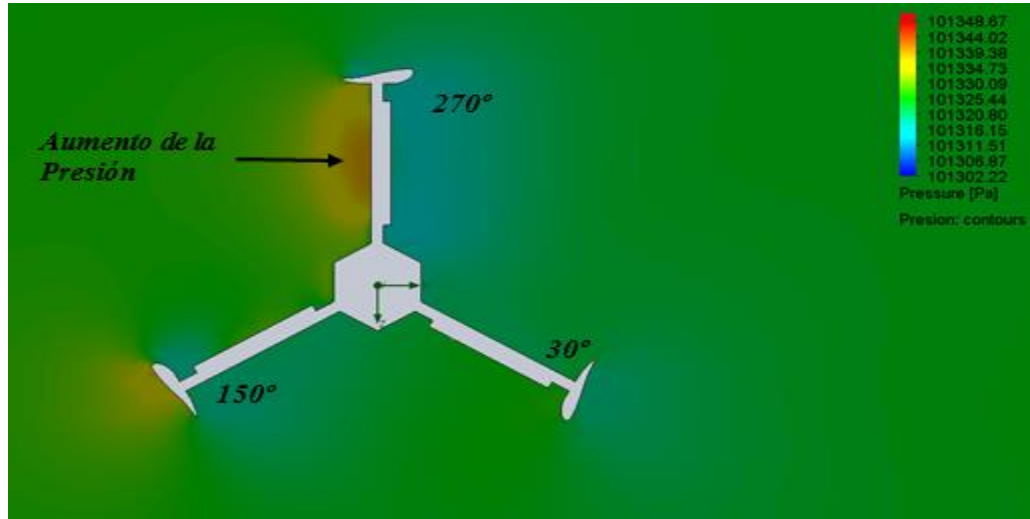
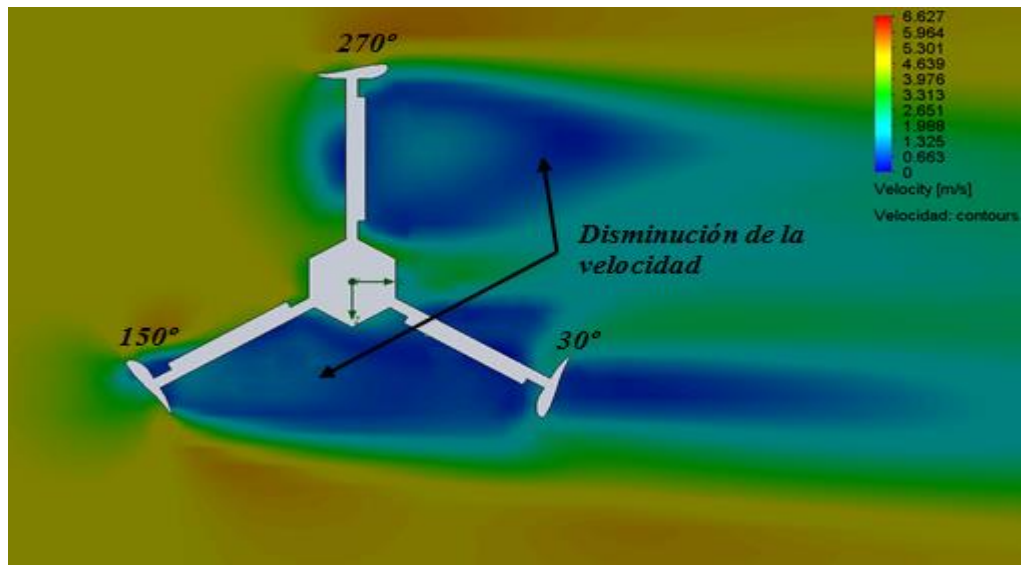
Velocidad:



INTERPRETACIÓN:

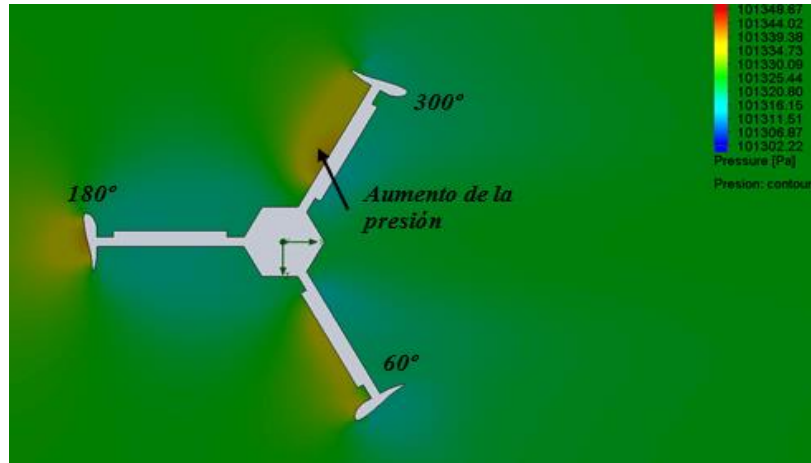
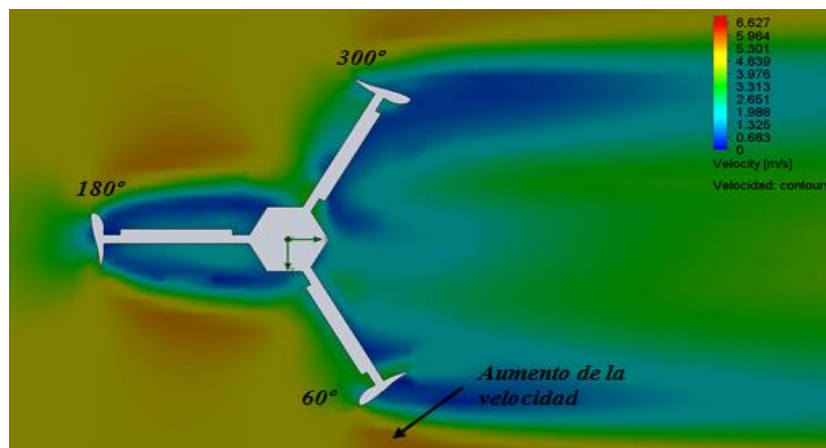
Al contrastar la información sobre el torque, velocidad y presión. En el caso 1 se presenta condiciones mínimas de generación ya que tanto el perfil Darreius y Savonios en estos ángulos de ataque presentan bajos rendimientos. Solamente el perfil darreius en el angulo 240°. Favorece el movimiento con un aumento en la presión de 101344 Pa y produce una disminución alta de la velocidad del viento en la pala 1

Elaborado por: Grupo Investigador

Presión:**Velocidad:****INTERPRETACIÓN:**

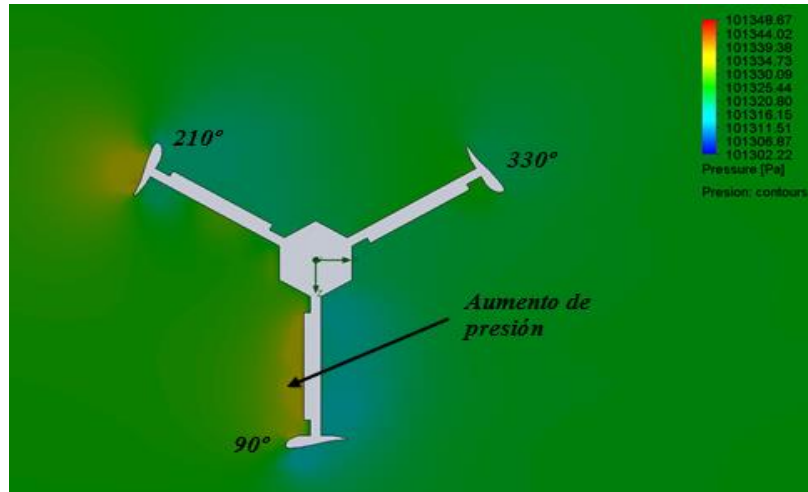
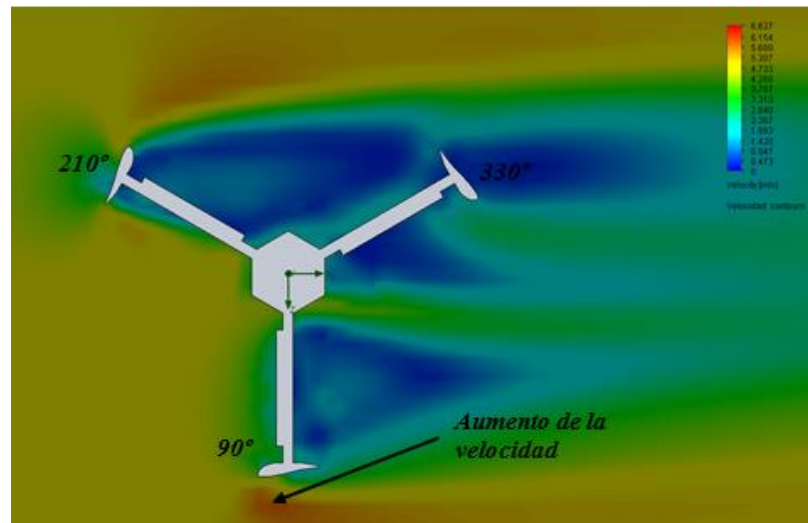
El perfil Darreius en el ángulo 270° ofrece la mayor resistencia al viento aumentando su fuerza de arrastre. Es este perfil el que genera trabajo en el sistema. Los perfiles Savonius aún se encuentra en un ángulo de ataque desfavorable y en particular el perfil Savonius 30° se ve afectado por la disminución de la velocidad del aire provocado por la pala 2

Elaborado por: Grupo Investigador

Presión:**Velocidad:****INTERPRETACIÓN:**

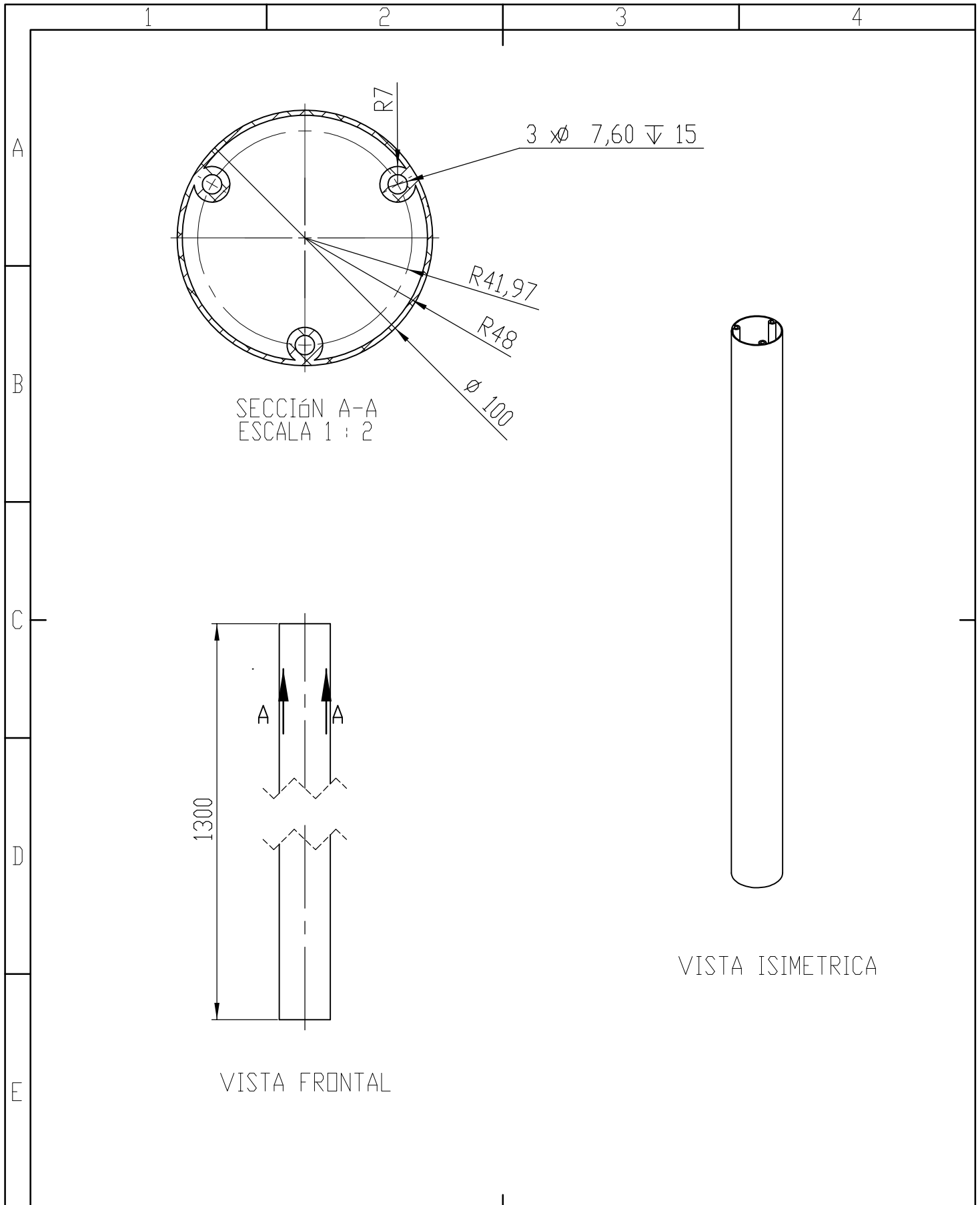
En este caso, el perfil Savonius aumenta su rendimiento ya que se encuentra en una zona donde el efecto de la Vorticidad de la pala 2 desaparece aumentando su fuerza de sustentación. Y a la vez el perfil Darreius del ángulo 300° aun genera fuerza de arrastre al conjunto. La pala 2 en el ángulo 180° posee un área normal al viento menor que en cualquier otro caso. Las combinaciones de todos estos factores provocan el caso con mayor rendimiento del sistema con un torque de 3.33 N*m.


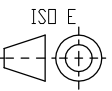
Elaborado por: Grupo Investigador

Caso 4:**Presión:****Velocidad:****INTERPRETACIÓN:**

El perfil Savonius en el ángulo de 90° trabaja con su mayor rendimiento. Sin embargo, este efecto es reducido por los ángulos de ataque de los demás perfiles. Aun así, se mantiene un torque de 2.3 N*m.

Elaborado por: Grupo Investigador



				Tolerancia: ± 0,5	Peso: 3251 gr	Material: Aluminio 1030	
				Fecha	Nombre	Descripción: Base	Escala: 1:10
				Dib: 29/08/2016	Jacome L.		
				Rev: 19/03/2017	Alarcon R.		
				Apl: 03/02/2017	Ing Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 1	 ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	

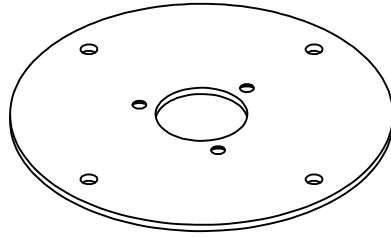
1

2

3

4

A



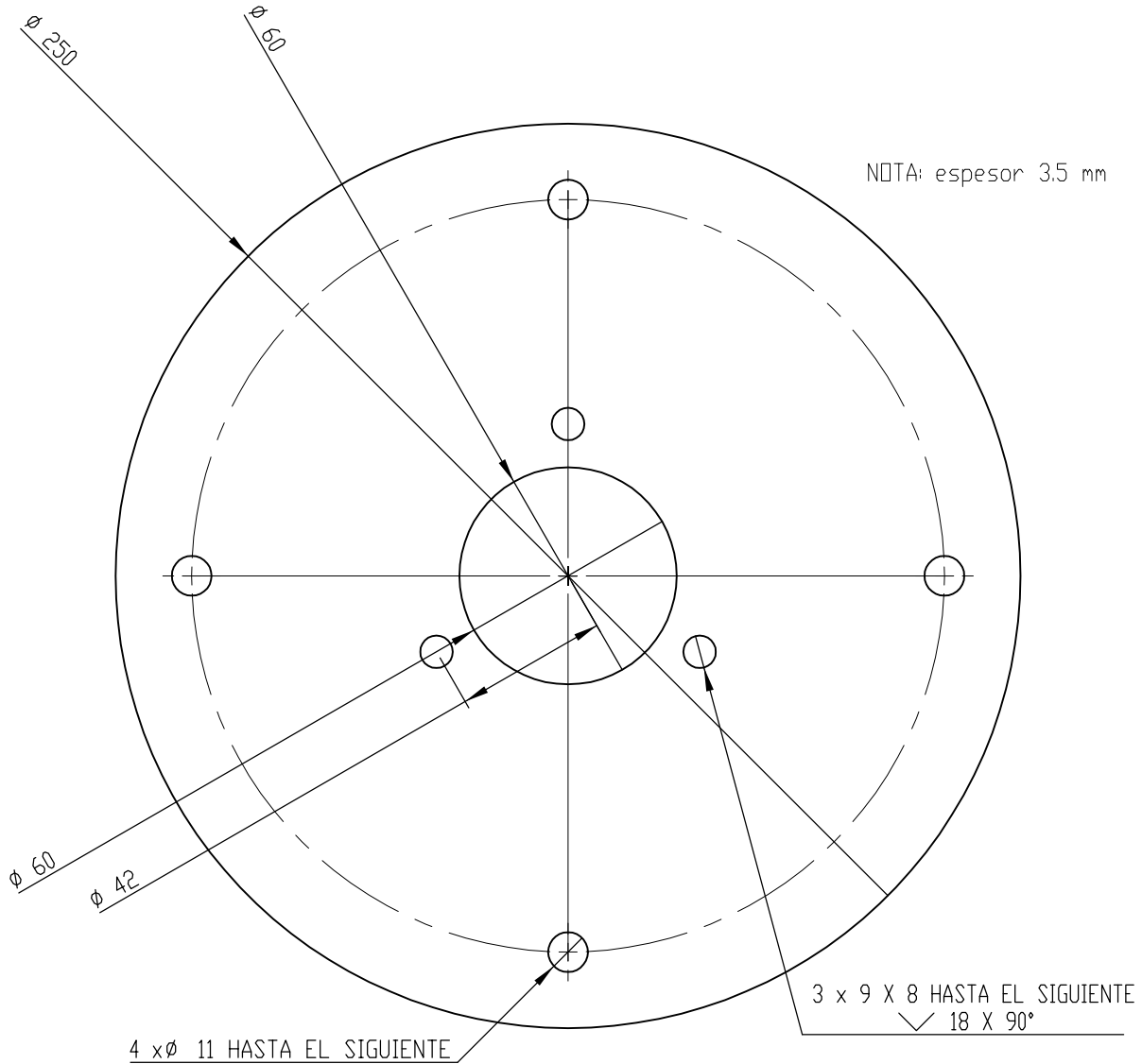
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:5

B

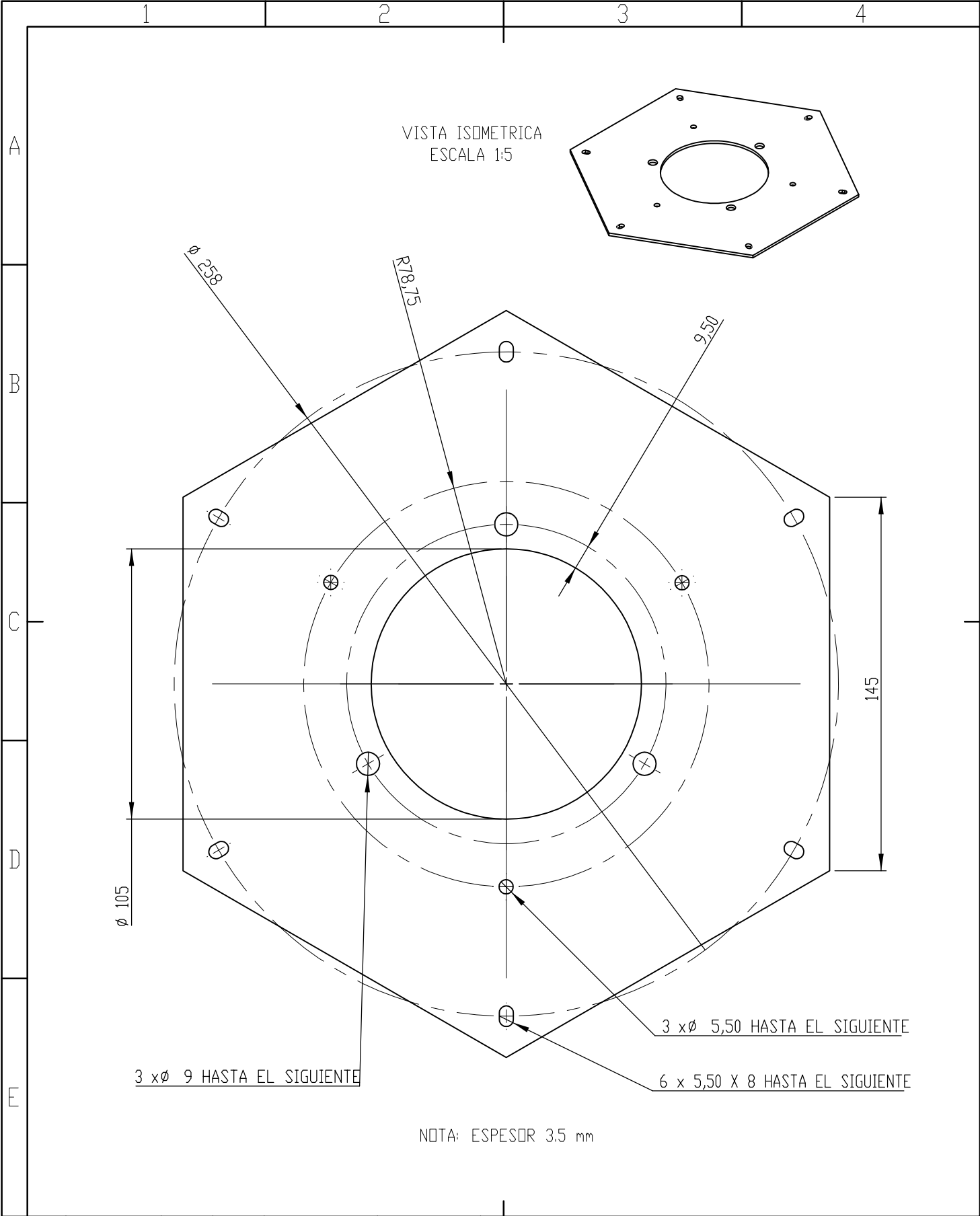
C

D

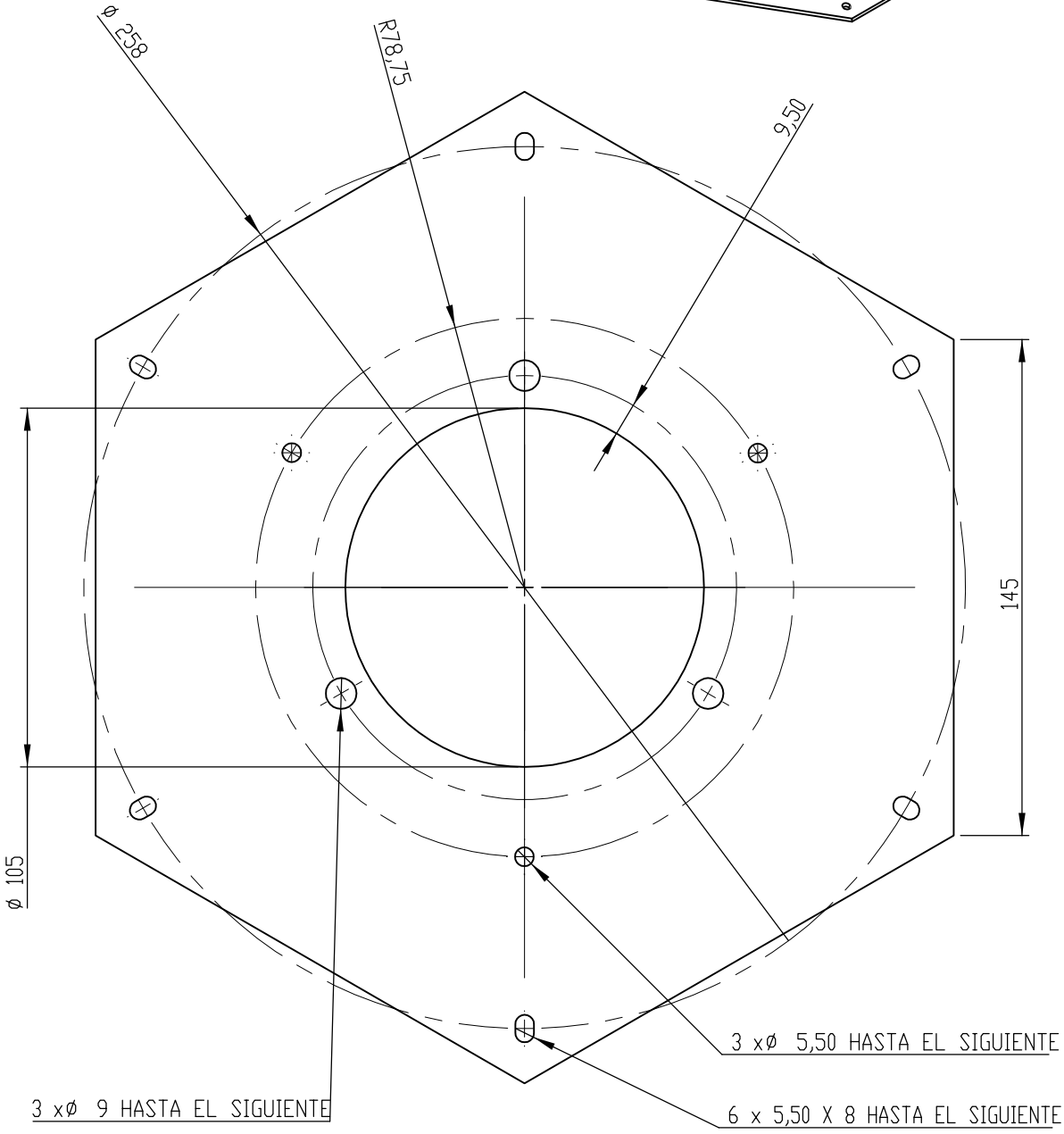
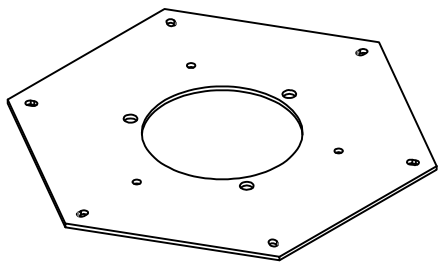
E




				Tolerancia: ± 0.5	Peso: 1784 gr	Material: ASTM A36	
						Descripción: Soporte	Escala: 1:5
				Fecha	Nombre		
				Dib: 29/08/2016	Jacome L.		
				Rev: 19/01/2017	Alarcon R.		
				Apb: 03/02/2017	Ing Carlos Espinel	Nº de dibujo: Anexo Nº 2	ISO E
Eolición	Modificación	Fecha	Nombre				
				Sustituye a:			

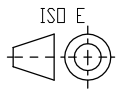


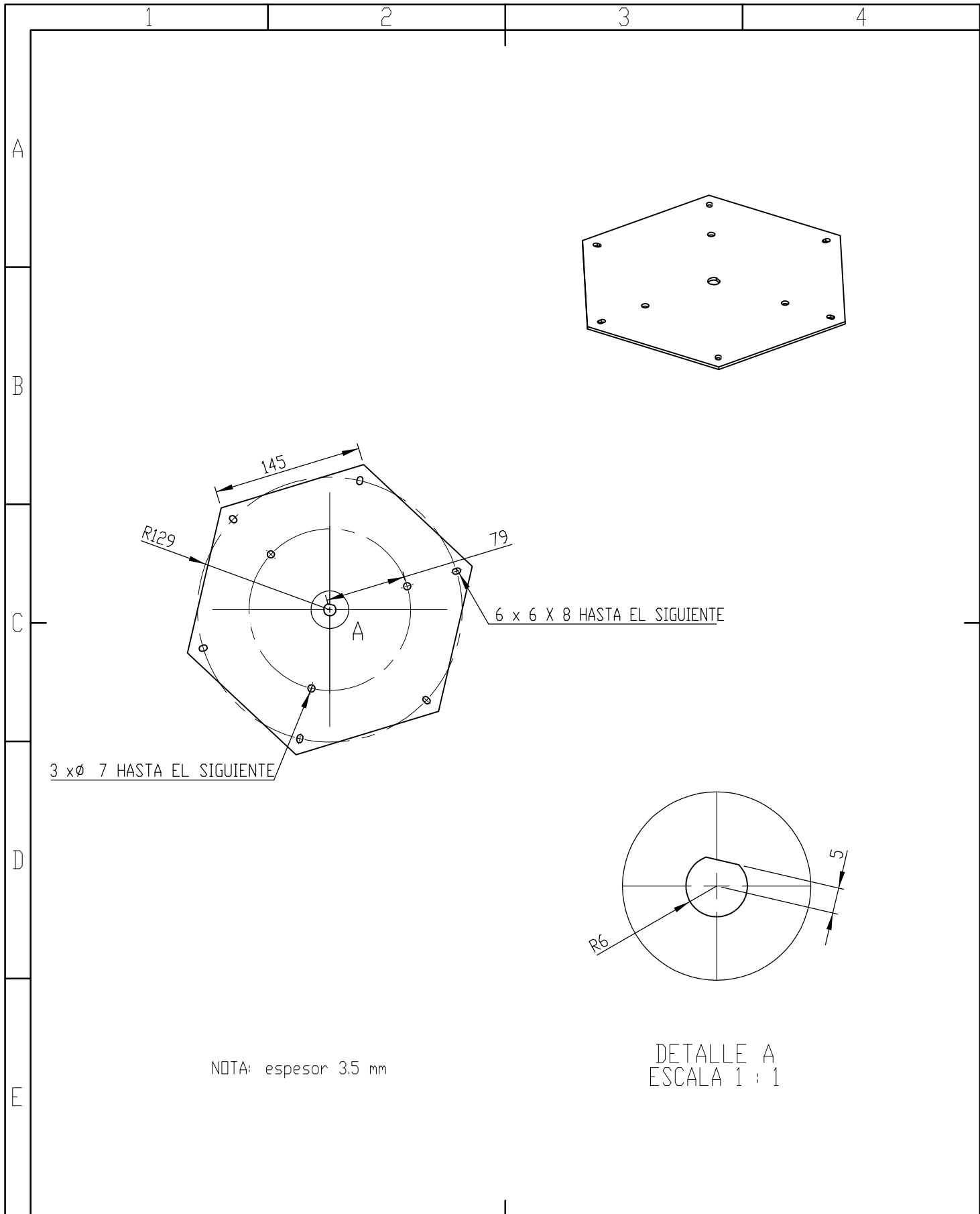
VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:5



NOTA: ESPESOR 3.5 mm


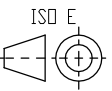
				Tolerancia:	Peso:	Material:			
					1275 gr	ASTM A 36 GALVANIZADO			
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala		
				Dib:	29/08/2016			Brida inferior	1:2
				Rev:	19/01/2017				
				Apl:	03/02/2017				
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	Anexo Nº 3		
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:		ISO E	



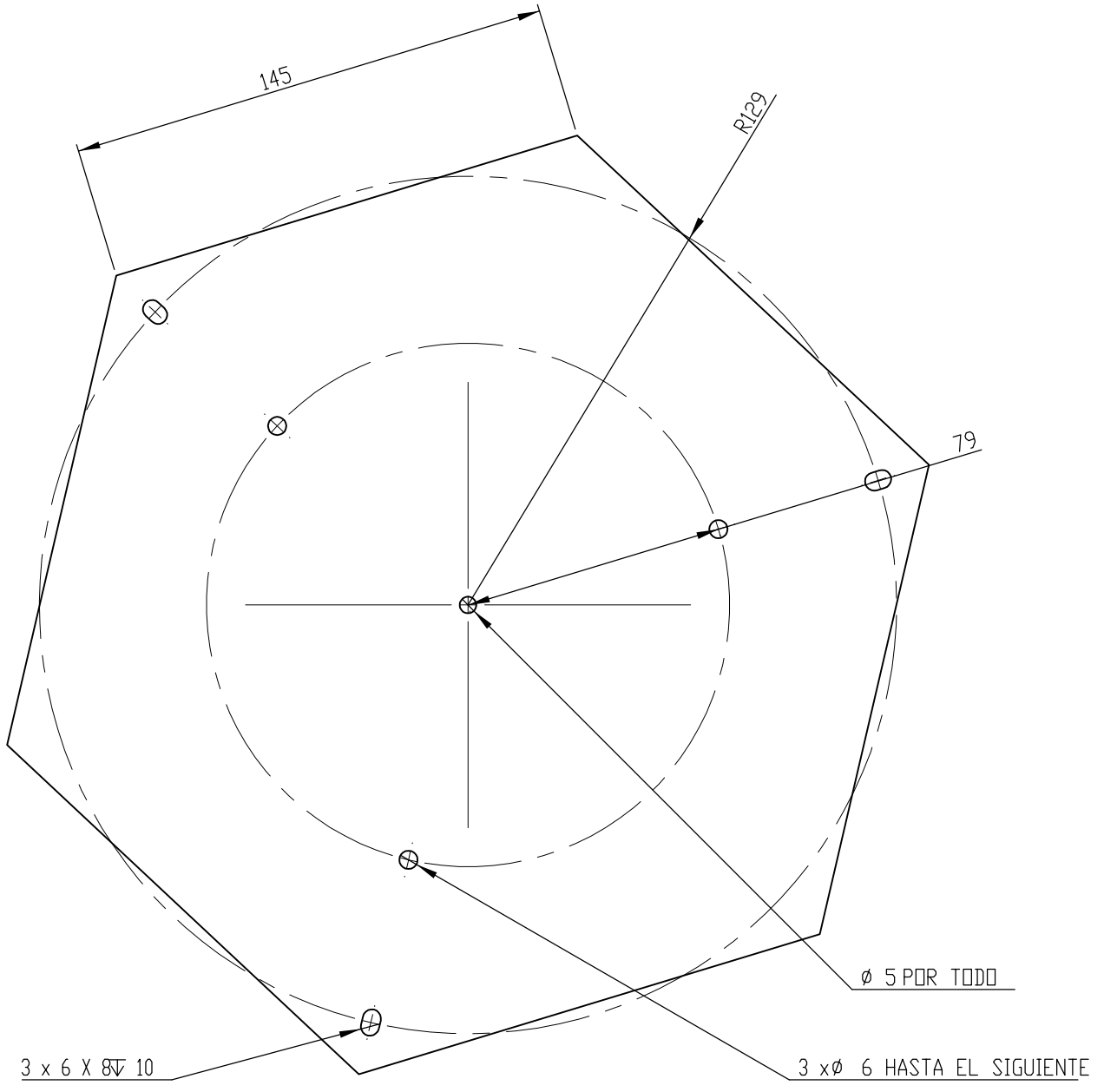
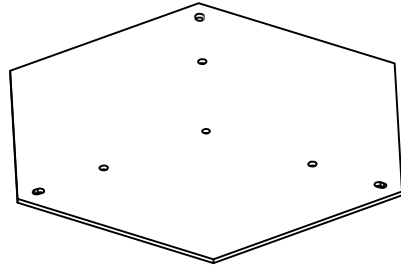


NOTA: espesor 3.5 mm


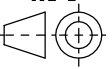
DETALLE A
ESCALA 1 : 1

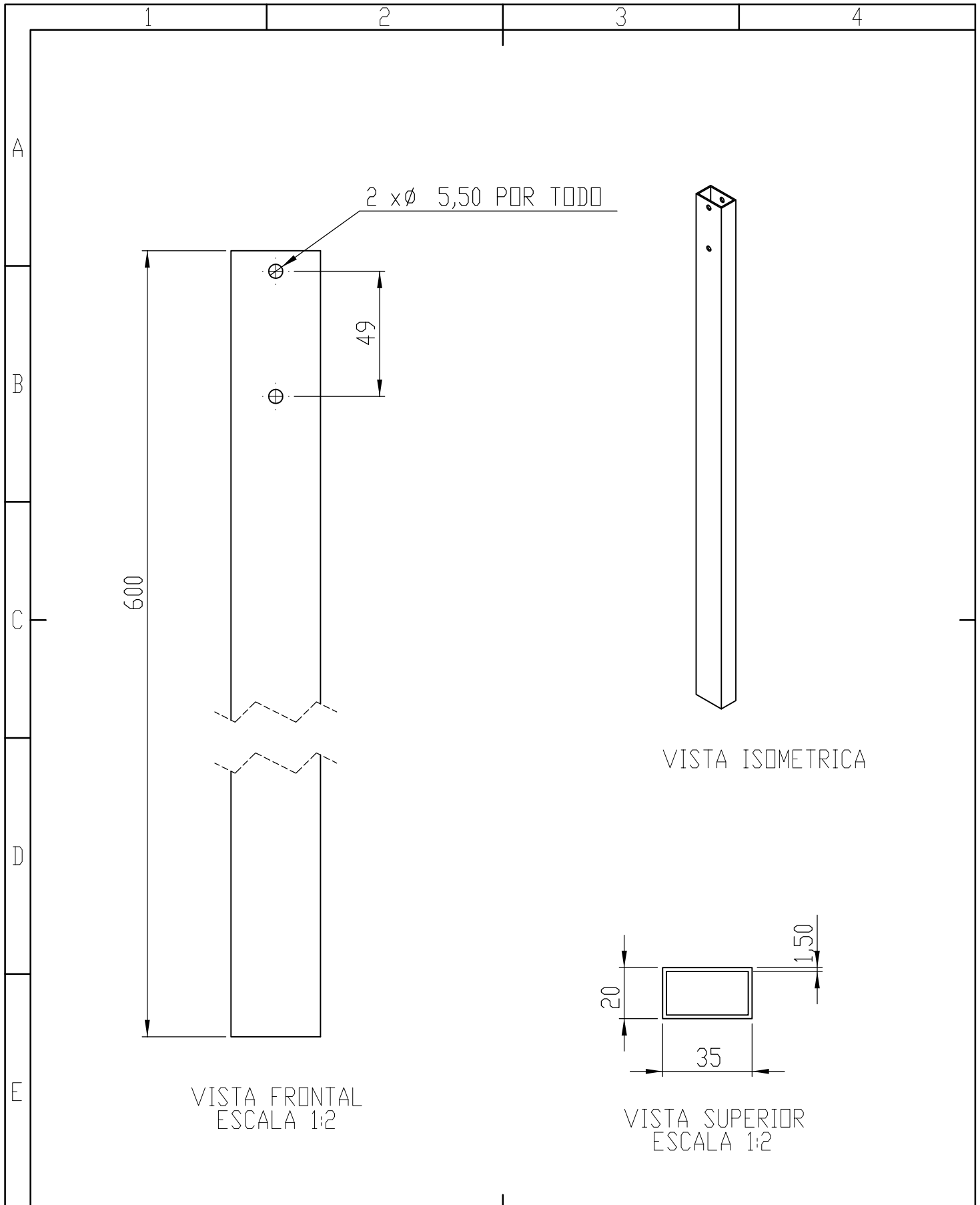
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0,5	1275 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	29/08/2016	Jacome L.		
			Rev:	19/01/2017	Alarcon R.		
			Apl:	03/02/2017	Ing Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	 ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Anexo Nº 4	
						Sustituye a:	

VISTA ISOMETRICA
ESCALA 1:5



NOTA: espesor 3.5 mm

				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0.5	1281 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	29/08/2016	Jacome L.		
			Rev:	19/01/2017	Alarcon R.		
			Apl:	03/02/2017	Ing Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	 ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Anexo Nº 5	
						Sustituye a:	



2 x ϕ 5,50 POR TODO

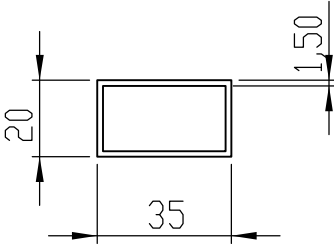
49


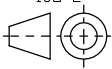
600

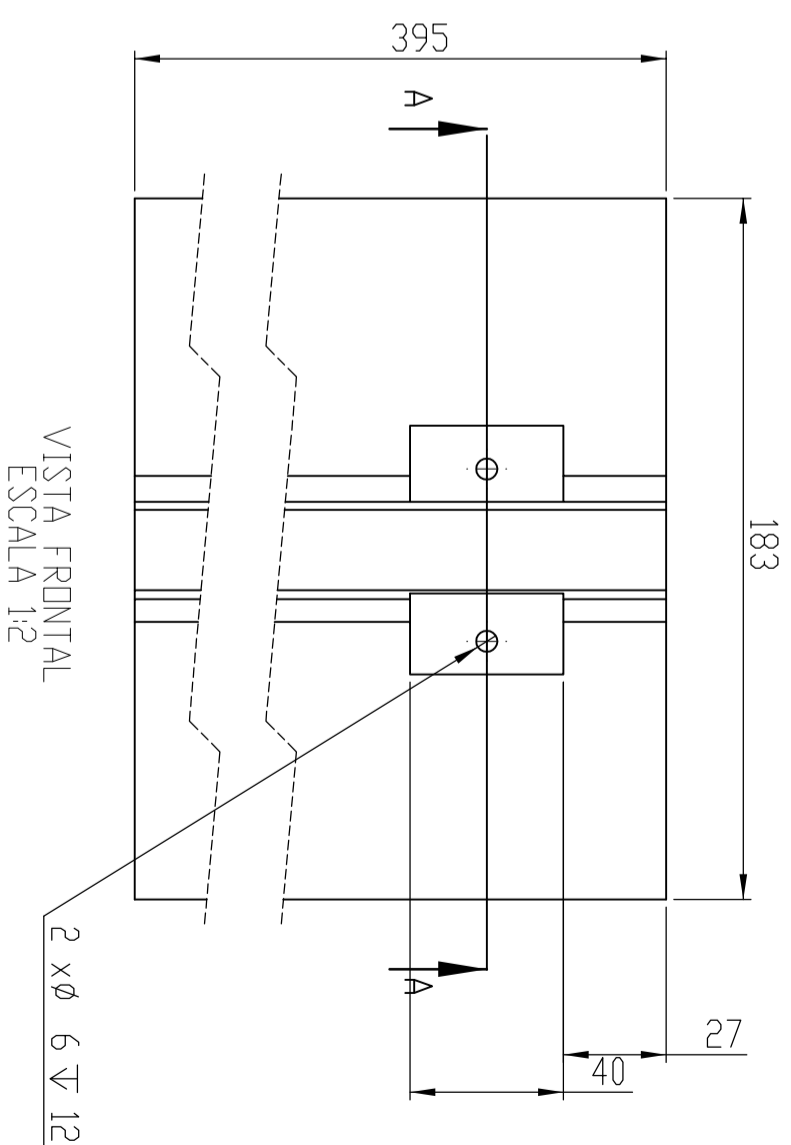
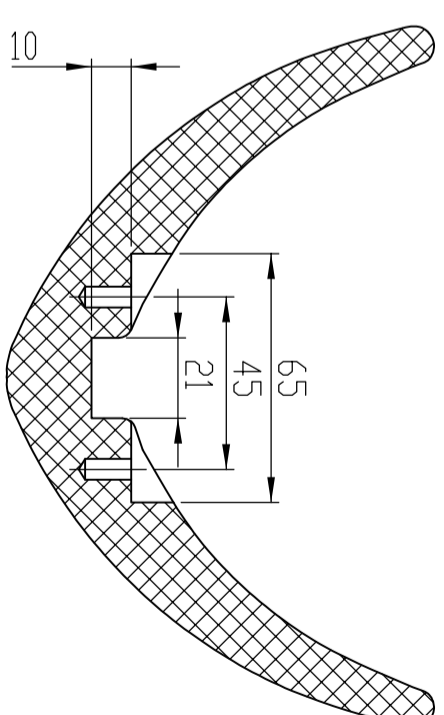
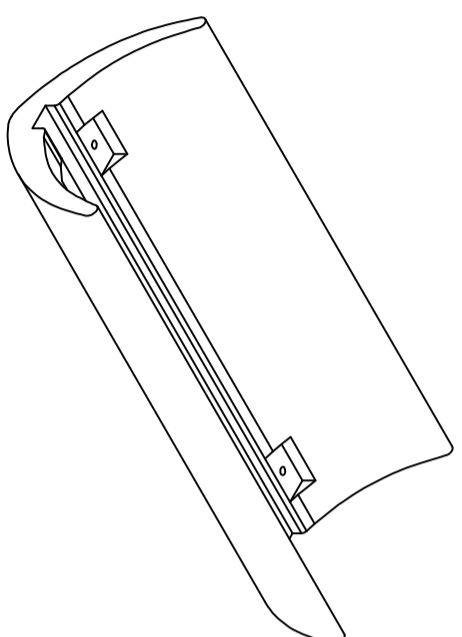
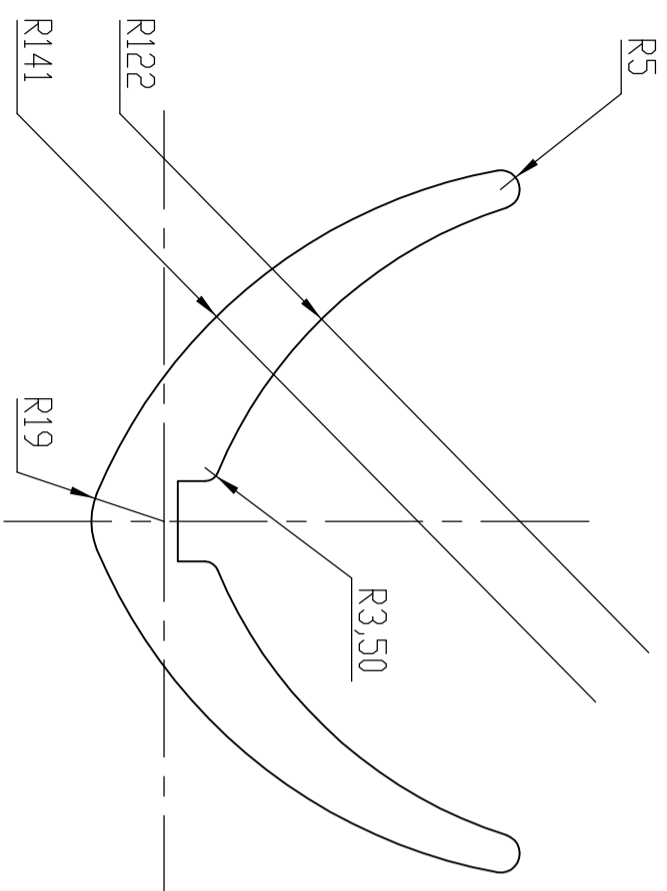
VISTA ISOMETRICA

VISTA FRONTAL
ESCALA 1:2

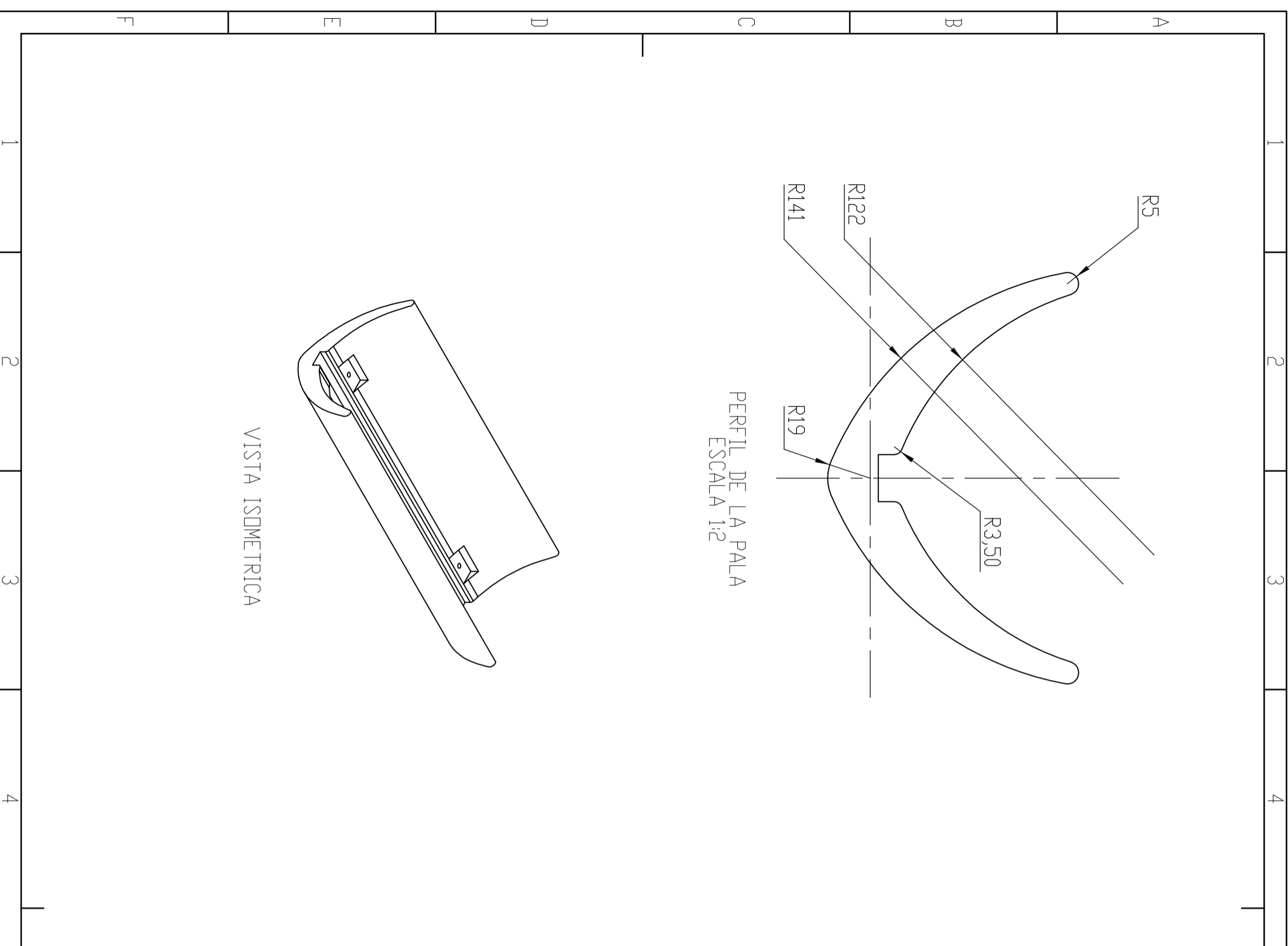
VISTA SUPERIOR
ESCALA 1:2

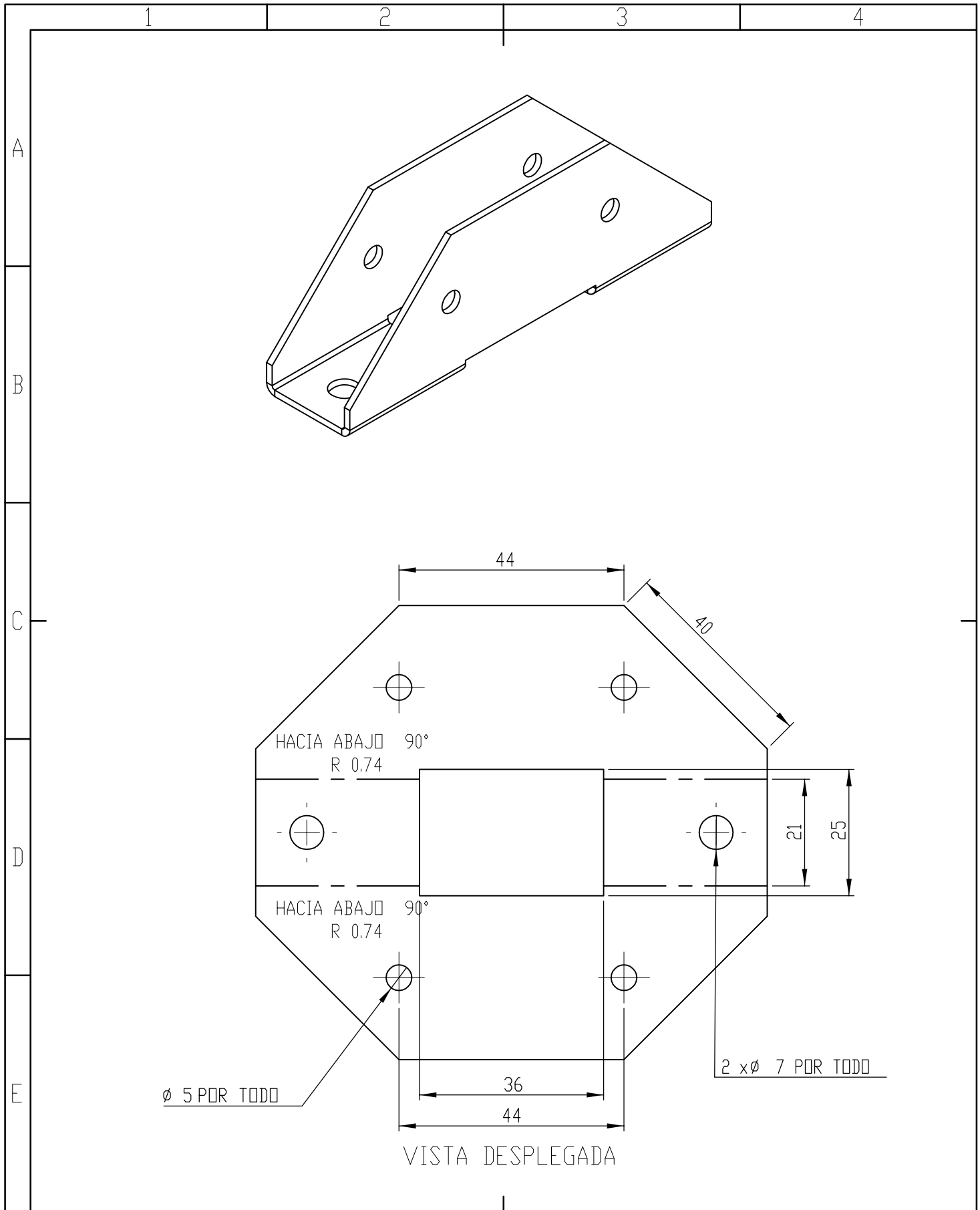



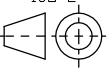
				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				$\pm 0,5$	252,3 gr	Aluminio 1030	
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
				Dib: 29/08/2016	Jacome L.		
				Rev: 19/01/2017	Alarcon R.		
				Apl: 03/02/2017	Ing Carlos Espinel	Nº de dibujo:	ISO E
Edición	Modificación	Fecha	Nombre	 Universidad Técnica de Cotopaxi			
						Sustituye a:	

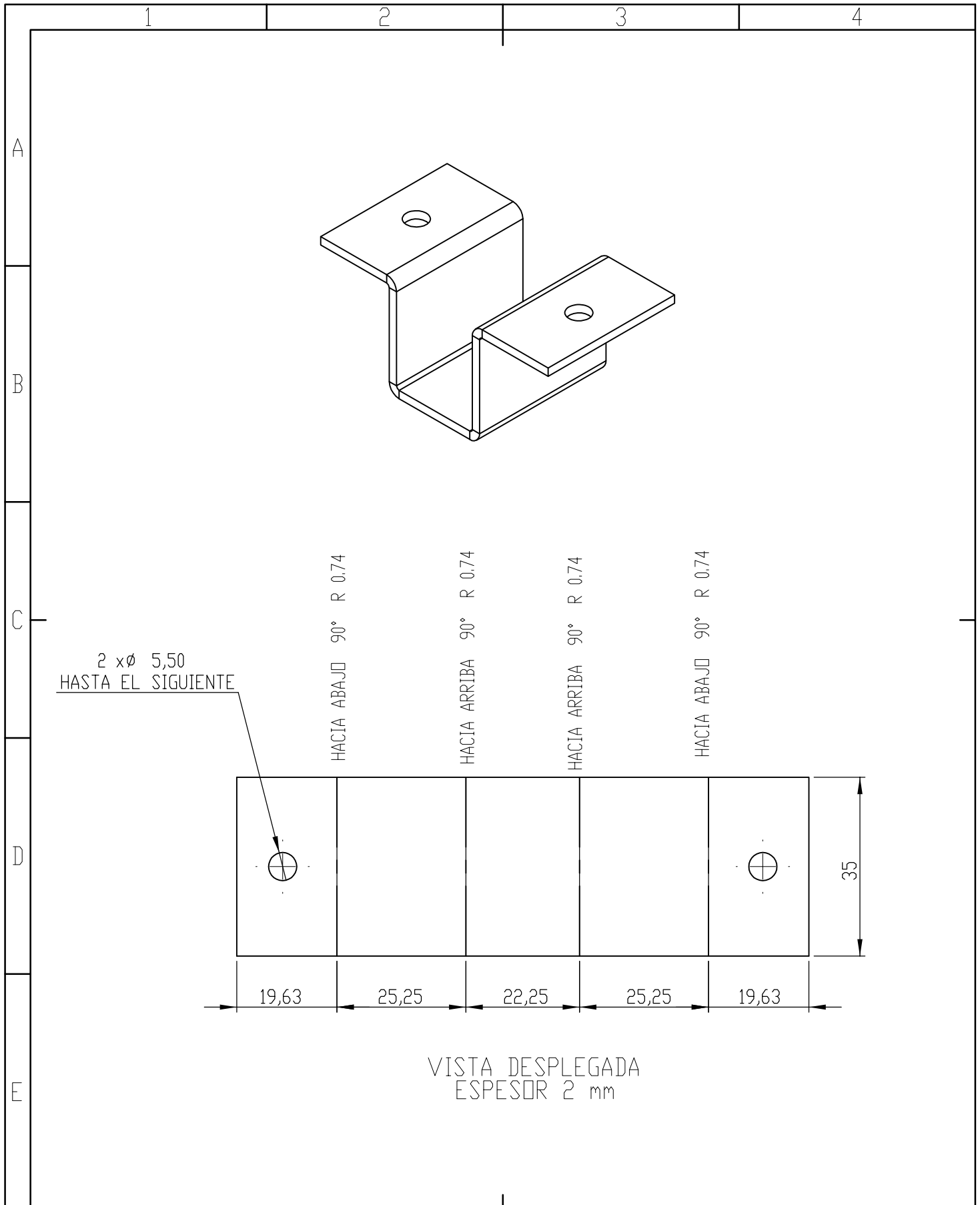



Edición		Modificación		Fecha		Nombre		Tolerancia: ±0.5		Peso: 321 gr		Material: PVC rígido		Escala: 1:5	
								Fecha: 03/02/2017		Nombre: Ing Carlos Espinel		Descripción: Pala Darrieus2		Nº de dibujo: Anexo Nº 8	
								Dib: 29/08/2016		Nombre: Alarcón R.					
								Rev: 19/01/2017		Nombre: Jacome L.					
								Apl: 03/02/2017		Nombre: Ing Carlos Espinel					





				Tolerancia: ± 0,5	Peso: 73.8 gr	Material: ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción: Sujetador de la pala Savonius	Escala: 1:1
				Dib: 29/08/2016	Jacome L.		
				Rev: 19/09/2017	Alarcon R.		
				Apl: 03/02/2017	Ing Carlos Espinel		
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo: Anexo Nº 10	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre			Sustituye a:	



				Tolerancia:	Peso:	Material:	
				± 0,5	60,81 gr	ASTM A36	
				Fecha	Nombre	Descripción:	Escala:
			Dib:	29/08/2016	Jacome L.		
			Rev:	19/01/2017	Alarcon R.		
				Apl:	03/02/2017	Ing Carlos Espinel	1:1
				 Universidad Técnica de Cotopaxi		Nº de dibujo:	
Edición	Modificación	Fecha	Nombre				
						Sustituye a:	

