



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA SUMINISTRO DE
ENERGÍA A UN SISTEMA CONVENCIONAL DE BOMBEO DE
AGUA PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES – PIMENTEL.**

TESIS DE INGENIERÍA

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

AUTOR:

Salazar Rubio Shet
Yzasiga Córdova Aldo Renato

ASESOR:

Ing. JAMES SKINNER CELADA PADILLA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Sistemas Electromecánicos

CHICLAYO-PERÚ
2017

PÁGINA DEL JURADO

Ing. Ricardo Rodríguez Paredes
PRESIDENTE

Ing. James Skinner Celada Padilla
SECRETARIO

Ing. José Luis Adanaqué Sánchez
VOCAL

DEDICATORIA

Para, con mi familia, amigos, maestros, con Dios, por tanta cosas buena que me ha dado, tanta cosas divinas y sin dejar de agradecer a la persona que me brindo las armas y prepararme para la vida. Que a base de esfuerzo y coraje pudo sacarme adelante este proyecto de mi vida está dedicado para mi querida madre Carmen Rubio Ramírez

Salazar Rubio Shet

A DIOS por ser mi guía a lo largo de mi vida.

A mis padres por el incondicional amor y confianza.

Y a mis tíos por su apoyo, motivación y amor.

Yzasiga Córdova Aldo Renato

AGRADECIMIENTO

La presente investigación no se habría podido realizar sin la ayuda de algunas personas a las que deseamos expresar nuestro agradecimiento.

Primero deseamos agradecer a Dios por nuestra salud para realizar este trabajo, a nuestros padres por su apoyo incondicional y darnos la fortaleza y moral para seguir día a día, a nuestros hermanos que siempre nos dan aliento a nunca rendirnos, entre otras personas que creen en nosotros y nos apoyan profesionalmente, gracias.

Salazar Rubio Shet

Yzasiga Córdoba Aldo Renato

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Salazar Rubio Shet e Yzasiga Córdova Aldo Renato, identificados con DNI 42248056, 46821716, estudiantes de Ingeniería Mecánica Eléctrica, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompañamos es veraz y auténtica.

El proyecto de investigación ha sido desarrollado respetando los derechos intelectuales de terceros, conforme las citas y referencias para las fuentes consultadas el cual se mencionan en la bibliografía.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos, como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Chiclayo, Noviembre del 2017

Salazar Rubio Shet

Yzasiga Córdova Aldo Renato

PRESENTACIÓN

Señores miembros de Jurado:

El cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y títulos de la facultad de Ingeniería de la Universidad César Vallejo, ponemos a vuestra disposición el presente trabajo titulado: “DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA SUMINISTRO DE ENERGIA A UN SISTEMA CONVENCIONAL DE BOMBEO DE AGUA PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES – PIMENTEL”.

La misma que colocamos a disposición para ser evaluada y esperamos que cumpla con las exigencias de aprobación para obtener el Título Profesional de INGENIERIO MECÁNICO ELECTRICISTA.

Chiclayo, Noviembre del 2017

Salazar Rubio Shet

Yzasiga Córdova Aldo Renato

INDICE

PÁGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	ix
INDICE DE TABLAS.....	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1. Realidad Problemática.....	13
1.1.1. Realidad Problemática Internacional.....	13
1.1.2. Realidad Problemática Nacional.....	14
1.1.3. Realidad problemática local	16
1.2. Trabajos Previos.....	17
1.3. Teorías relacionadas al tema.....	20
1.3.1. Sistemas Eólicos.....	20
1.4. Formulación del Problema	25
1.5. Justificación	25
1.6. Hipótesis.....	27
1.7. Objetivos.....	27
1.7.1. Objetivo general	27
1.7.2. Objetivos específicos	27

II. MÉTODO.....	28
2.1. Diseño de Investigación.....	28
2.2. Variables y Operacionalización.....	28
2.3 Población y Muestra	30
2.3.1 Población	30
2.3.2. Muestra	30
2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	30
2.4.1. Validez	30
2.5. Métodos de análisis de Datos.....	31
2.5.1 Plan de análisis estadístico de datos	31
2.5.2. Análisis de los datos.....	31
2.6. Aspectos Éticos	31
III. RESULTADOS.....	32
IV. DISCUSIÓN.....	77
V. CONCLUSIONES	79
VI. RECOMENDACIONES.....	80
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	81
ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Población en el mundo con acceso al agua de buena calidad	13
Figura 2. Acceso al agua en la China y en la India	14
Figura 3. Acceso a servicios prioritarios	15
Figura 4. Cobertura de agua 2005 – 2015, Perú	16
Figura 5. Componentes del sistema eólico	21
Figura 6. Turbinas de eje horizontal y vertical	22
Figura 7. Ubicación geográfica de Pimentel	33
Figura 8. Geometría de la pala	50
Figura 9. Triángulo de Euler	52
Figura 10. Relación CP y TSR en turbinas Darrieus	54
Figura 11. Geometría del rotor de la turbina eólica	55
Figura 12. Alabes de la turbina eólica	56
Figura 13. Geometría de las palas del aerogenerador	57
Figura 14. Catálogo general de las turbinas NK	59
Figura 15. Catálogo general de las bombas Pedrollo	60
Figura 16. Características de las electrobombas Pedrollo	61
Figura 17. Catálogo de baterías Riter	63
Figura 18. Amperajes en cables sumergibles	69
Figura 19. Interruptor diferencial ultrasensible	71
Figura 20. Diagrama unifilar del tablero	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Distribución de agua en la tierra	23
Tabla 2. Criterios para toma de decisiones	32
Tabla 3. Reforzamientos hídricos de cultivo	34
Tabla 4. Dimensiones del pozo tubular existente	35
Tabla 5. Resultados de mediciones del viento	36
Tabla 6. Comparación de características de los HAWT y los VAWT	46
Tabla 7. Catálogo general de las bombas a 60 Hz	60
Tabla 8. Selección de inversores según corriente a plena carga	65
Tabla 9. Datos del inversor seleccionado	66
Tabla 10. Datos técnicos del cable NLT Indeco	67
Tabla 11. Inversión inicial al proyecto	73
Tabla 12. Flujo de caya de proyecto de inversión	75

RESUMEN

La presente tesis tiene como objeto de estudio, el uso de la energía eólica, como fuente de energía para satisfacer las necesidades de agua en las viviendas del sector rural del distrito de Pimentel. El estudio comprende en calcular y seleccionar los diferentes mecanismos electromecánicos, con un funcionamiento eficiente, sostenible y de fácil mantenimiento.

El estudio se inicia con la determinación de la cantidad de agua que se requiere para tres fines específicos, que son: regadío de cultivos, lavado de ropa y para servicios higiénicos de las viviendas, que actualmente el suministro de agua lo hacen de manera manual, con altos riesgos de accidentes. Así mismo, se realizó un estudio del potencial eólico de la zona de influencia del proyecto, para lo cual se midió la velocidad del viento, y ésta se hizo en dos momentos del año, en Febrero y Julio, es decir a diferentes estaciones del año, para tener una medición más correcta. La medición se hizo mediante un protocolo, a dos diferentes alturas, durante un periodo de tiempo del día, utilizándose un equipo anemómetro digital, que permitió la lectura del mismo.

En función al requerimiento de agua y al potencial eólico, mediante las ecuaciones de la conservación de la energía, se seleccionó los mecanismos, que permitan el almacenamiento de la energía para su posterior uso, tales como la turbina eólica, el banco de baterías, el inversor, el alternador, y los dispositivos de control.

Finalmente, se realizó un análisis para ver la rentabilidad del proyecto, teniendo en cuenta que no es un análisis de comparación de costos con la energía eléctrica convencional, sino un análisis de rentabilidad frente a la necesidad de agua que se requiere.

Palabras Claves: Turbina Eólica, Requerimiento de agua, Velocidad del Viento, Almacenamiento de energía.

ABSTRACT

The purpose of this thesis is to study the use of wind energy as a source of energy to meet water needs in the homes of the rural sector of the Pimentel district. The study includes calculating and selecting the different electromechanical mechanisms, with an efficient, sustainable and easy to maintain operation.

The study begins with the determination of the quantity of water that is required for three specific purposes, which are: irrigation of crops, washing of clothes and for hygienic services of the houses, which currently provide water manually, with high risks of accidents.

Likewise, a study of the wind potential of the area of influence of the project was carried out, for which the wind speed was measured, and this was done at two times of the year, in February and July, that is, at different seasons of the year. , to have a more correct measurement. The measurement was made through a protocol, at two different heights, during a period of time of the day, using a digital anemometer equipment, which allowed the reading of the same.

Depending on the water requirement and the wind potential, by means of the energy conservation equations, the mechanisms were selected, which allow the storage of the energy for its later use, such as the wind turbine, the battery bank, the inverter, alternator, and control devices.

Finally, an analysis was made to see the profitability of the project, taking into account that it is not a cost comparison analysis with conventional electric power, but an analysis of profitability in relation to the need for water that is required.

Key words: Wind turbine, Water requirement, Wind speed, Energy storage

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

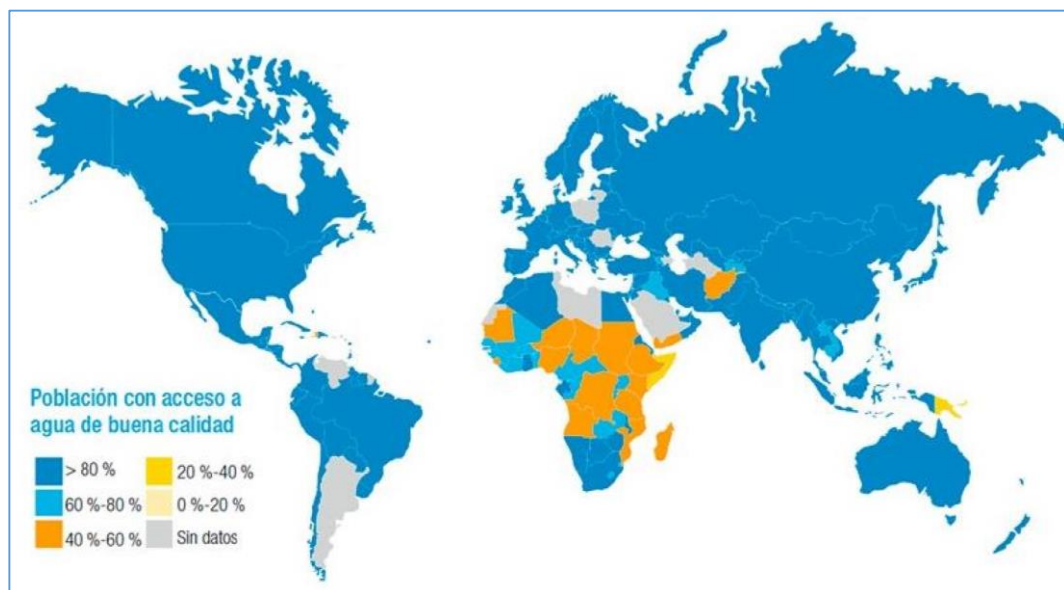
1.1.1. Realidad Problemática Internacional

“El acceso al agua en los países considerados del tercer mundo, es un problema complejo, en el cual la Organización de las Naciones Unidas, trabaja incansablemente para disminuir el número de habitante que tienen escasez de agua” (ONU, 2015, p.7).

“Los indicadores de acceso al agua, varían de país en país, y el índice de desarrollo humano (IDH), incluye este factor, en donde países en el África, presentan IDH menores al 40%”. (ONU, 2014, p.6).

Figura 1

Fuente: FAO, 2013



Población en el mundo con acceso a agua de buena calidad

En países desarrollados el acceso al agua es casi al 100%, en la zona urbana, sin embargo, en las zonas rurales, si se tiene registros en el cual éste índice varía por valores en algunos lugares menores al 30%. La forma de conceptualizar esta realidad, es el tiempo o la distancia que tienen que recorrer los habitantes cada día para tener agua, que

satisfaga sus necesidades básicas. En Latinoamérica, países como Haití, Bolivia, Ecuador, Honduras, Perú entre otros, presenta población en extrema pobreza que está afincados en el campo, muchos de ellos no tienen acceso directo al agua, y la necesidad de encontrarla, conlleva a que se ubiquen en cercanías a los lagos, cuencas de los ríos. (Pérez, 2014, p.23).

Figura 2

Fuente: Pérez, 2014



Acceso de agua en la China y la India

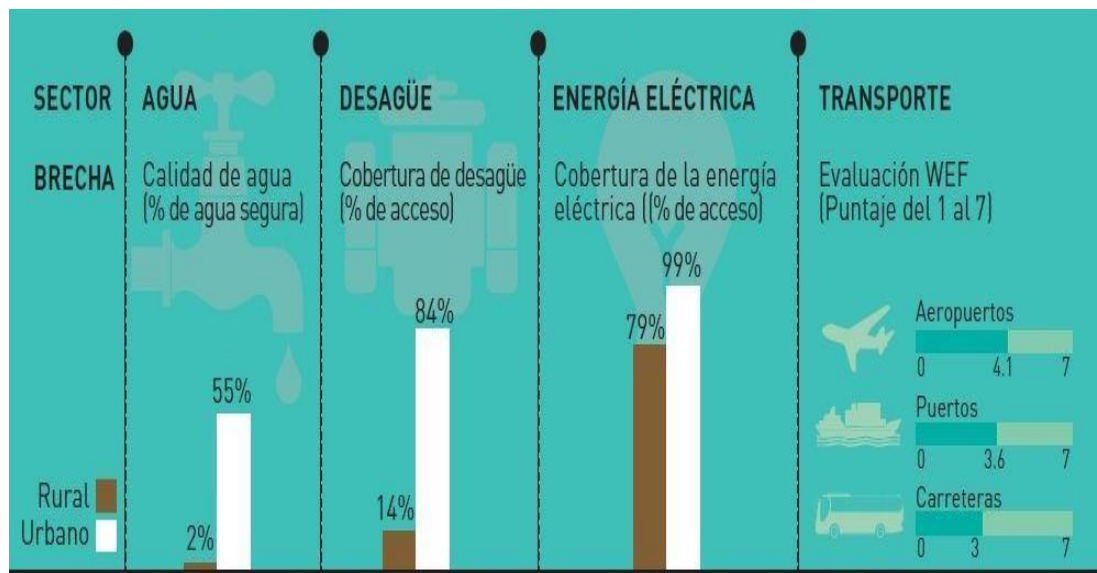
1.1.2. Realidad Problemática Nacional

En el Perú, en los últimos 20 años, el Estado ha logrado una inversión importante en electrificación rural, destinando varios puntos porcentuales del Producto Bruto Interno (PBI), ello ha incrementado el coeficiente de electrificación, sin embargo, no ha cerrado la brecha en el sector rural, en donde aún existen viviendas sin electrificar, siendo la alternativa más viable el uso de las energías no convencionales, eólica, solar y biogás. El acceso a la energía eléctrica no sólo es

para el desarrollo industrial, en muchos casos es sólo para la extracción de agua para diferentes fines.

Figura 3

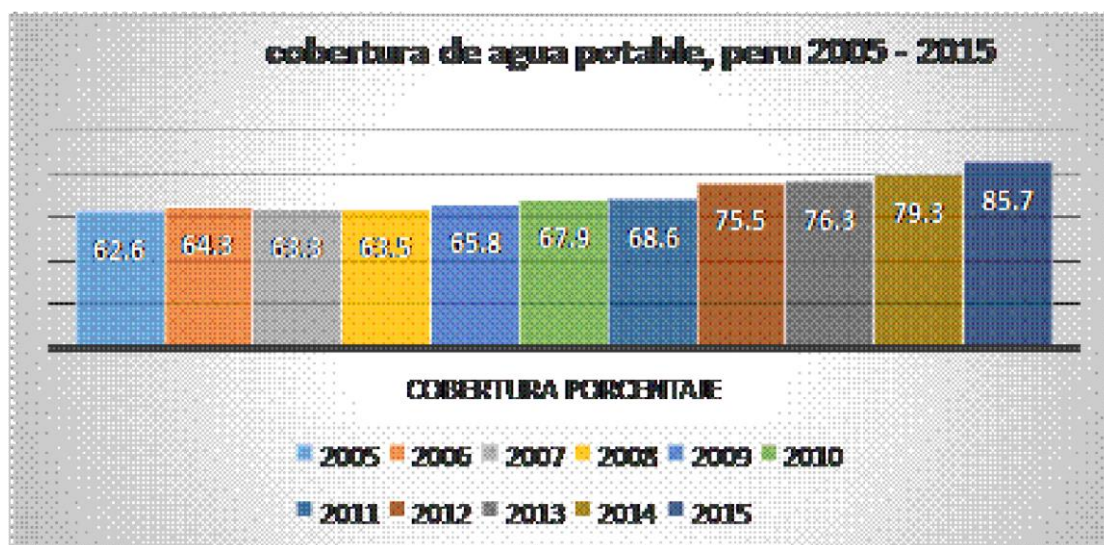
Fuente: Instituto de Estudios Peruanos, 2015



Acceso a servicios Prioritarios

Según la FAO somos el 8° país del mundo en reservas de agua dulce (2% del planeta), sin embargo, la calidad del servicio de agua y saneamiento es muy deficiente, principalmente al interior del país; 1 de cada 5 peruanos no cuentan con acceso a agua potable, y en regiones como Huancavelica, Ucayali, Loreto, Cajamarca y Pasco, solo tiene acceso entre 51% y 60% de hogares; en la población rural únicamente 2% cuenta con servicio; además, 6 millones de peruanos no cuentan con saneamiento. Y en Lima, más de 1 millón no tiene agua potable, según la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la capital sufre escasez severa de agua por expansión demográfica, cambio climático y su ineficiente uso (30% del agua producida no es facturada por uso clandestino y fugas en redes). (Palacios, 2016, p.2).

Figura 4



Cobertura de agua Potable, 2005 – 2015, Perú.

El sector agricultura usa el 86% del agua del país, aunque su eficiencia apenas llega al 35%, en la actualidad la eficiencia de uso del agua en nuestro país es inferior al 50% en todos los sectores. Más del 50% del agua superficial (ríos, lagos, lagunas y manantiales) no son aptos para ningún uso y el 70% del agua de los ríos se pierde en el mar por falta de infraestructura de almacenamiento. (Autoridad Nacional del Agua, 2012, p.1).

1.1.3. Realidad problemática local

En el Distrito de Pimentel, en el último censo de Vivienda del 2007, se tiene un registro de aproximadamente, un 25% de población que vive en el campo; esto se debe a que muchos de estos pobladores, tienen terrenos de cultivos, y por lo tanto viven en el mismo lugar donde ellos trabajan. En estas viviendas, el agua aún se extrae de manera artesanal, de los denominados “Pozos de agua”, o “Norias”, en el cual los pobladores utilizan el agua directamente para sus actividades diarias, si bien no para consumo humano, si para otras actividades, como son para servicios higiénicos, lavador de ropa, y en algunos casos para regadío de cultivos.

La forma como extraen el agua, tiene muchos riesgos contra la integridad de las personas, debido que utilizan cuerdas amarradas a baldes, para que, con la fuerza de la misma persona, logre extraer el agua; habiéndose registrado en zonas adyacentes a Pimentel, caídas al momento de realizar esta operación. Así también esta actividad, causa fatiga muscular al habitante, estrés y en algunos casos enfermedades al tener el agua almacenada por varios días.

Si bien es cierto, que en el Departamento de Lambayeque, el coeficiente de electrificación está alrededor del 90%, en el sector rural aún muchas viviendas no tienen acceso a energía eléctrica. Las que fueron electrificadas, son las que se encuentran menos dispersas, y por lo tanto fueron electrificadas, dentro de lo establecido por el estado Peruano, en sus política de ampliación del acceso a la energía del sector rural; sin embargo, algunas viviendas se encuentran a distancias mayores a 5 Km, que hacen que no sea factible la interconexión del sistema eléctrico convencional.

1.2. Trabajos Previos

CRESPO (2011), en su trabajo de tesis, denominado: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN GENERADOR EÓLICO TIPO SAVONIUS DE EJE VERTICAL, para obtener el grado de Maestro en Ciencias, especialidad en sistemas ambientales, menciona en sus conclusiones:

Durante su funcionamiento, la estructura ha cumplido con la rigidez y tolerancia deseada para el funcionamiento del mismo y el alternador seleccionado ha generado energía a bajas revoluciones como se buscaba.

Existieron complicaciones con las aspas debido a su grosor y deficiencias en la soldadura durante el funcionamiento, las cuales fueron posteriormente reparadas.

La zona para estudio de aerogeneradores no recibió vientos constantes o una velocidad promedio suficiente para la obtención de la energía

esperada, lo cual no permitió obtener suficientes datos que demuestren la eficiencia del aerogenerador.

El aerogenerador tipo Savonius de aspas modificadas elaborado en este proyecto ha cumplido con muchas de las metas propuestas sobre el estudio de este tipo de aerogeneradores; sin embargo, la ubicación para las pruebas del mismo, en conjunto a los elementos en la zona y los bajos e inconstantes niveles de velocidad del viento, hicieron que las pruebas de eficiencia energéticas del mismo sean menores a las esperadas.

GONZALES (2007), en sus tesis de grado, denominado DISEÑO DE UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN ALIMENTADO POR UN AEROGENERADOR, para obtener el título de Ingeniero Mecánico de la Universidad Católica del Perú, tiene el siguiente resumen:

El presente trabajo parte de la necesidad de un sistema de calefacción eléctrica en lugares remotos donde estar conectados a la red de electricidad local es imposible por motivos de inviabilidad económica o por el simple hecho de que esta no exista; un lugar donde ocurre esto es en la Estación Científica Antártica Machu Picchu (ECAMP); ésta es una estación en la cual investigadores peruanos trabajan durante los meses de Enero y Febrero de todos los años, habitan en ella 32 personas durante estas expediciones. La ECAMP se encuentra ubicada en la Ensenada MacKellar, Bahía de Almirantazgo, Isla Rey Jorge, zona en la cual durante la época de Verano Austral (Diciembre–Marzo) se perciben temperaturas promedio por debajo de los -5°C , siendo 2 grupos electrógenos Diésel de 50 y 40 kW, los cuales brindan electricidad para los equipos de la estación incluyendo a los calefactores eléctricos en la actualidad.

En el presente estudio se calculó la carga Térmica de los Módulos de Vivienda y Cocina-Comedor, así como el consumo de Energía Eléctrica en la estación, en base a los datos recogidos por un grupo de investigadores pertenecientes a la PUCP en el año de 1997. En base al análisis de estas

mediciones se llegó a que la Carga Térmica para mantener 21 °C dentro de los Módulos de Vivienda y Cocina-Comedor es de aprox. 25 kW y que el consumo de Energía Eléctrica mensual en 1997 era de 18123 kW-h, lo que representaba un consumo de combustible Diesel de 5649 l/mes. Adicionalmente gracias al monitoreo de velocidad del viento durante la expedición científica de 1997, se determinó que el recurso eólico en la zona de la ECAMP era favorable para el uso de Aerogeneradores.

Se concluyó que la velocidad media en esta zona es de 6.6 m/s y que el 51.1% del tiempo la velocidad del viento supera los 4 m/s, velocidad mínima que por lo general los fabricantes de Aerogeneradores solicitan para utilizar sus equipos. A raíz de los resultados obtenidos se procedió a analizar diferentes modelos de Aerogeneradores para conocer sus características y lograr escoger 2 marcas de fabricantes capaces de soportar las condiciones extremas que se experimentan en la Antártida, con ráfagas de vientos de más de 50 m/s y temperaturas extremadamente frías, resultando las mejores el Modelo Bergey Excel S (10 kW) y Proven WT2500 (2.5 kW), estas últimas fueron analizadas en conjunto con sus respectivas curvas de potencia y gráfica de probabilidad del viento en la zona del proyecto para saber cuál era la más eficiente para la generación eléctrica con un arreglo de 30 kW instalados para la marca Bergey y otro de 25 kW para la marca Proven, aportando así la energía necesaria para la calefacción; concluyendo que el Aerogenerador Proven otorgaba 18 % más energía eléctrica a pesar de tener 5 kW menos de potencia instalada.

COLOMA (2012), en su trabajo de investigación, titulado: Diseño preliminar de un sistema eólico para bombeo de agua en zonas rurales aisladas, ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA (ICAI) INGENIERO INDUSTRIAL, Universidad Pontificia Comillas, Madrid, en su resumen:

Este capítulo, el Capítulo 1 de la Memoria, será destinado al análisis, estudio y comprensión de la necesidad de realizar este proyecto. Este

proyecto tiene su origen en la necesidad de abastecimiento de agua, necesaria para la vida y el desarrollo humano. A pesar de que en los países del primer mundo, este abastecimiento pueda ser algo cotidiano a lo que apenas se le presta importancia, ya que prácticamente toda la población tiene acceso a canalizaciones de agua, esto no es tan frecuente en países en vías de desarrollo o directamente, en los no desarrollados. Por este motivo, la ONG Energía sin Fronteras, ESF, planteó la posibilidad de realizar un estudio de esta necesidad y búsqueda de una solución a través de una bomba eólica, y de ahí surgió este Proyecto.

La zona rural elegida para el emplazamiento de la bomba de agua eólica se trata de una pequeña aldea en Kenia, situada a unos ciento veinte kilómetros de Nairobi, capital del país. Su nombre es Nyumbani, que en castellano significa Hogar. La aldea de Nyumbani es especial, y por eso el diseño preliminar del aerogenerador se ha hecho con datos procedentes de este emplazamiento. Nyumbani es un eco-aldea donde viven, fundamentalmente, niños, jóvenes y ancianos. Como se ha mencionado anteriormente, Nyumbani, que significa Hogar, pretende serlo para las personas que ahí viven. Se trata de gente que, fundamentalmente, ha tenido problemas y ha sufrido el azote del SIDA en su vida. Niños huérfanos, cuyos padres y/o han muerto, ancianos que no tienen a dónde ir; en definitiva, gente que no tenía un futuro.

1.3. Teorías relacionadas al tema

1.3.1. Sistemas Eólicos

Los sistemas eólicos, generan energía eléctrica a partir de la energía cinética del viento, esta energía es utilizada en algunos casos como directa o en otros casos como energía alterna, para lo cual es necesario contar con dispositivos capaces de transformar la energía continua en alterna.

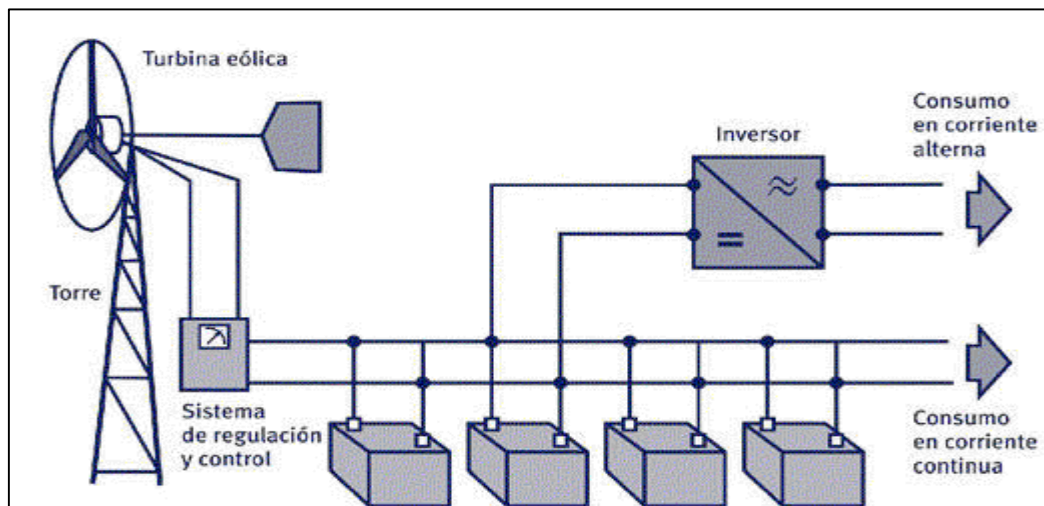
Los componentes del sistema son:

- Turbina eólica.

- Generador eléctrico.
- Sistema de Regulación y control.
- Rectificador.
- Inversor.
- Banco de baterías.
- Equipo de medición eléctrica.

Figura 5

Fuente: Conrado Moreno, 2013



Componentes del sistema eólico

Velocidad del viento

A pesar de las muchas ventajas que tiene la energía eólica (no agresiva con el medio ambiente, inagotable, hay que tener en cuenta que tiene el inconveniente de que el viento es disperso y aleatorio. El gradiente de velocidades es mayor cuanto mayor es la diferencia de presiones y su movimiento está influenciado por el giro de la Tierra.

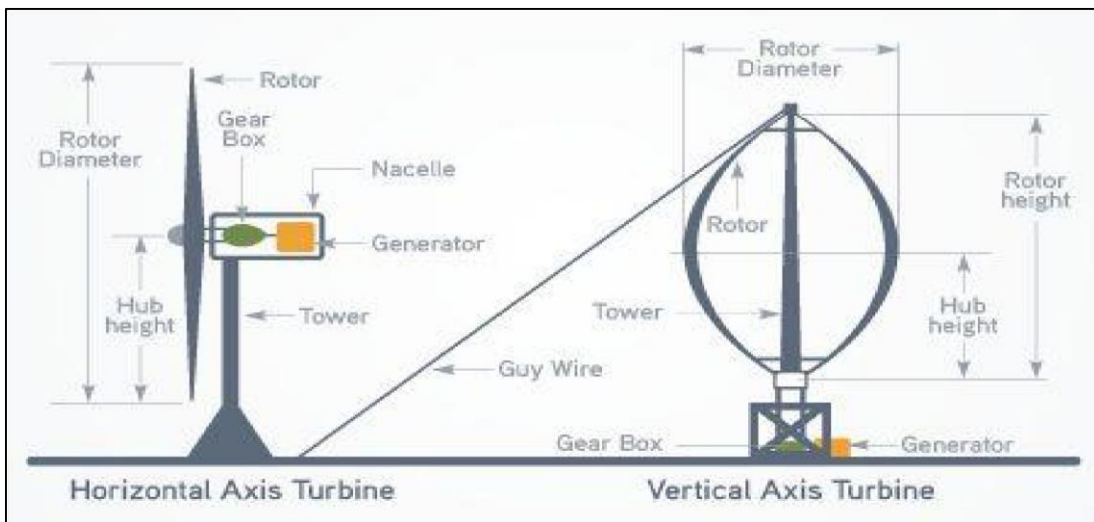
La velocidad del viento es una magnitud vectorial y ésta varía de forma aleatoria tanto en módulo como en dirección y sentido. Los valores medios suelen encontrarse entre 3 y 7 m/s. Sin embargo, dependiendo de la altitud

y la topografía éstos pueden ser mayores o menores (valores mayores en altas montañas, valles estrechos y costas)

Tipos de turbinas eólicas.

Las turbinas de viento se pueden separar en dos tipos básicos determinados por el eje en el que giran. Las turbinas de viento que giran alrededor de un eje horizontal son las más comunes (como un molino de viento), mientras que las turbinas eólicas de eje vertical se utilizan con menos frecuencia (Savonius y Darrieus son las más comunes en el grupo). (Energía del viento, 2013, p.4).

Figura 6



Turbinas de eje horizontal y vertical

Turbinas de eje vertical

Los aerogeneradores eólicos de eje vertical, VAWTs, tienen el eje del rotor principal dispuesto verticalmente. La principal ventaja de esta disposición es que la turbina eólica no necesita estar apuntando al viento. Esto es una ventaja en los sitios donde la dirección del viento es muy variable o tiene vientos turbulentos. Con un eje vertical, el generador y otros componentes primarios se pueden colocar cerca del suelo, por lo que la torre no necesita

que lo soporte, también hace que el mantenimiento sea más fácil. El principal inconveniente de un VAWT generalmente es crear arrastre al girar hacia el viento.

1.3.2. Bombeo de aguas subterráneas

Para abastecer de agua potable, se utiliza el agua subterránea, tanto en viviendas individuales, como en urbanas, en el agro para riego y para uso animal; de la misma forma este recurso se utiliza en las industrias consumidoras de grandes cantidades de agua. (Vélez, 1999, p. 03)

“El agua subterránea es útil para el consumo humano por la menor contaminación a la que se somete y la capacidad de filtración del suelo que la hace universalmente más pura que las aguas superficiales” (Vélez, 1999, p. 03).

Tabla 1

Fuente: Vélez Otálvaro, 1999, p.04		Km ³ x10 ⁶	%
	Océanos	1320	97.2
	Glaciares y nieves perpetuas	30	2.15
	Aguas subterráneas a menos de 800 m	4	0.31
	Aguas subterráneas a más de 800 m	4	0.31

Distribución del agua en la tierra

Estación de bombeo

“Es el conjunto de estructuras civiles, equipos, tuberías y accesorios, que utilizan el agua directa o indirectamente de la fuente de abastecimiento y la impulsan a un estanque de provisión o directamente a la red de distribución” (OPS/CEPIS, 2005, p. 03).

Bombas de caudal variable, aplicaciones y componentes

a) Caudal variable

“Las bombas de desplazamiento variable se utilizan para grandes volúmenes requiriéndose una tasa de caudal constante” (OPS/CEPIS, 2005, p. 13).

b) Bombas centrifugas horizontales

“Estos equipos tienen el eje de transmisión de la bomba en forma horizontal. Se pueden instalar en un lugar distinto de la fuente de abastecimiento, permitiendo así ubicarlas en lugares secos, protegidos de inundaciones, ventilados, de fácil acceso” (OPS/CEPIS, 2005, p. 13).

c) Bombas centrifugas verticales

“Estas bombas tienen el eje transmisión en forma vertical y sobre este se apoya un determinado número de impulsores que engrandecen el agua por etapas” (OPS/CEPIS, 2005, p. 14).

d) Bombas sumergibles

“Estos equipos que poseen la bomba y motor conectados en forma compacta, funcionando ambos sumergidos en el punto de captación; se emplean solamente en pozos muy profundos, teniendo ventajas en comparación con el uso de bombas de eje vertical” (OPS/CEPIS, 2005, p.15). Las desventajas de estas bombas es que poseen eficiencia relativamente baja, aunque su costo sea bajo, el costo de operación es elevado por su alto consumo de energía. (OPS/CEPIS, 2005, p.15).

Potencia del equipo de bombeo

La siguiente fórmula sirve para calcular la potencia de la bomba y del motor:

$$P_b = \frac{Q_b \cdot H_b}{76 \cdot \eta}$$

Donde:

P_b = Potencia de la bomba y del motor (HP).

Q_b = Caudal de bombeo (l/s).

H_b = Altura manométrica total (m).

η = Eficiencia del sistema de bombeo, $\eta = \eta_{\text{motor}} \cdot \eta_{\text{bomba}}$

Debe consultarse al proveedor o fabricante, sobre las curvas características de cada bomba y motor para conocer sus capacidades y rendimientos reales. La bomba seleccionada debe impulsar el volumen de agua para la altura dinámica deseada, con una eficiencia (η) mayor a 70% (OPS/CEPIS, 2005, p.11).

1.4. Formulación del Problema

¿Cómo suministrar energía eléctrica a un sistema convencional de Bombeo de agua, si se diseña un aerogenerador?

1.5. Justificación

Justificación Técnica

Técnicamente, se justifica la presente tesis, porque mediante la selección correcta de los dispositivos electromecánicos, se logrará abastecer de agua a las viviendas de sector rural del Distrito de Pimentel; los aerogeneradores, logran tomar la velocidad del viento, cuánto esté sobre cierto rango, que normalmente es de 3,5 a 4 m/s, por lo tanto, previamente se realiza un estudio de la velocidad del viento de la zona, para establecer las horas reales de funcionamiento del equipo.

Así mismo se justifica técnicamente, porque el acceso a energía eléctrica convencional es complejo debido a que las viviendas están dispersas y muy distantes del punto de alimentación eléctrica, siendo el promedio 5 km de distancia, lo cual no hace factible su utilización.

Justificación Económica

El proyecto de investigación se justifica económicamente, porque al tener abastecimiento de agua para riego de cultivos, se tendrá una producción que gran parte se destina para autoconsumo, siendo cultivos rentables, como son el maíz, la alfalfa y hortalizas; se tendrán cultivos con alta productividad y calidad; será de calidad, debido a que en zonas adyacentes al distrito de Pimentel, existen agricultores que utilizan incluso aguas servidas, para los cultivos, siendo éste un problema que atenta contra la salud de los consumidores.

Justificación Social

El beneficio al desarrollo del sector rural del distrito de Pimentel, es la justificación más relevante del proyecto, porque mejora la calidad de vida del poblador, teniendo agua para tener servicios higiénicos en todo momento, así como también garantiza el agua para riego de sus cultivos que son a pequeña escala, pero que contribuyen al sostenimiento de las familias del sector rural.

Justificación Ambiental

Ambientalmente, se justifica el presente proyecto de investigación, porque permite generar energía eléctrica limpia a partir de la energía cinética del viento, que comparado con la energía que se generaría en las centrales termoeléctricas, la cantidad de gases que se expulsan al medio ambiente es nula. Así mismo la utilización de agua en los servicios higiénicos también busca que los niveles de limpieza se incrementen, siendo un factor de contribuir a la disminución de la contaminación del ambiente.

Así mismo, también se justifica, porque se observó que, en zonas aledañas, utilizan aguas servidas como agua de cultivo, siendo éstas muy perjudiciales para la calidad de los productos, y que causan enfermedades a los consumidores finales.

1.6. Hipótesis

El diseño de un aerogenerador determina la cantidad de energía eléctrica a suministrar a un sistema convencional de Bombeo de Agua.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

Diseñar un Aerogenerador para Suministro de Energía a un Sistema Convencional de Bombeo de Agua

1.7.2. Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos de agua diario para abastecer a las viviendas del sector rural, destinadas para cultivo de regadío a pequeña escala, lavado de ropa y servicios higiénicos.
- Realizar un estudio del potencial eólico de la zona de influencia del proyecto, el cual consiste en registrar las velocidades del viento, de acuerdo a un protocolo de medición previamente establecido, con equipo anemómetro calibrado, que integre todos los factores, a fin de garantizar una velocidad mínima a diferentes condiciones.
- Calcular y seleccionar los dispositivos electromecánicos de generación de energía, así como también la selección de los componentes del sistema de bombeo de agua.
- Evaluar económicamente el proyecto, utilizando indicadores económicos, tales como TIR, VAN.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de Investigación

El diseño de investigación es no experimental, donde se refiere a que no se manejan en forma intencional las variables del estudio, si no que se analizan los elementos ya obtenidos en la problemática.

Además, es una investigación de tipo descriptivo donde se indican diferentes elementos de la situación del problema. Siendo propositivo porque se plasma una propuesta en la problemática existente de la energía eléctrica, para ello se realiza una evaluación técnica y económica para suministro de energía a un sistema convencional de bombeo de agua para edificaciones residenciales
- Pimentel

2.2. Variables y Operacionalización

Variable Independiente.

Diseño de un Aerogenerador

Variable Dependiente.

Energía Eléctrica para un sistema convencional de bombeo de agua

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	ESCALA DE MEDICION
Variable Independiente Diseño de un Aerogenerador	Un aerogenerador es un sistema que convierte la energía eólica del viento en energía mecánica en una turbina eólica, y luego esta energía mecánica es transformada en energía eléctrica en un generador eléctrico.	El diseño del aerogenerador varía en función a la velocidad del viento, a la altura de su instalación, a las dimensiones de la turbina eólica, del número de polos del generador eléctrico.	Energía Eólica. Energía Mecánica Energía Eléctrica	Velocidad del viento. Torque mecánico Velocidad de la turbina. Tensión eléctrica. Intensidad de Corriente Eléctrica.	Guía de Observación	m/s. N-m. RPM Voltios. Amperios.
Variables Dependiente Energía Eléctrica para un sistema convencional de bombeo de agua	El sistema de bombeo de agua es accionado por un motor eléctrico de corriente alterna, el cual adquiere energía eléctrica del banco de baterías, que, dentro de un tiempo dado, entrega la energía almacenada.	La cantidad de energía que genera está en función a la velocidad del viento y a las dimensiones de la turbina eólica y la del generador, así como también del tiempo de giro del sistema.	Energía Eléctrica.	Potencia. Tiempo	Guía de Observación	Kilowatt Horas.

2.3 Población y Muestra

2.3.1 Población

La población está compuesta por las 30 Viviendas del sector rural del Caserío Los Arenales, Distrito de Pimentel, Provincia de Chiclayo.

2.3.2. Muestra

04 viviendas del sector rural del Caserío Los Arenales, ubicado a 11 Km del Punto de alimentación del sistema eléctrico interconectado

2.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

En la Técnicas e Instrumentos de recolección de datos de este informe de Tesis son los siguientes:

Observación: Se utilizó esta técnica para poder conocer el lugar en donde se instalarán el aerogenerador que se está proponiendo, observando el espacio físico del lugar y la posible ubicación de los equipos.

Guía de Observación 1: Se registra la información de la velocidad del viento, según protocolo de medición.

Guía de Observación 2: Se registra información de la cantidad de agua que se requiere en cada vivienda.

Análisis de documentos: En esta técnica se analizan reportes de las instituciones que registran los datos de velocidades de viento, temperatura y el registro de las cargas eléctricas de la empresa de telecomunicaciones.

Entrevista. Se realizó entrevista a un especialista en energía con recursos no renovables para conocer los incentivos que brinda el estado al uso de estas tecnologías y la viabilidad de los costos de instalación.

2.4.1. Validez

La validación se da mediante el criterio de jueces y cuidado absoluto del proceso metodológico de los resultados que obtenemos del estudio científico, en este caso el diseño de un aerogenerador.

2.4.2. Confiabilidad

La investigación científica presenta instrumentos ya validados por los autores que han realizado estudios relacionados al tema, dando la confiabilidad. Es cuando en forma real y objetiva lo que se quiere medir, aplicando en varias oportunidades y obteniendo el mismo resultado, solo así se puede determinar su confiabilidad.

2.5. Métodos de análisis de Datos

2.5.1 Plan de análisis estadístico de datos

Una vez que se halla recolectado los datos se analizarán e interpretarán los resultados, para lo cual se seguirán, los siguientes pasos: Revisión y codificación de la información, luego se hará la verificación de los registros de información.

2.5.2. Análisis de los datos

Posteriormente se analizarán los datos haciendo uso de la estadística descriptiva y aplicando los porcentajes mediante el uso de hojas de cálculo

2.6. Aspectos Éticos

La información consignada es de una realidad existente, para lo cual los datos de las mediciones no serán alterados, ni manipular los resultados.

“Cuando se habla de ética y de ciencia debemos relacionar estas palabras con los valores para señalar que algo es bueno, justo y adecuado o es indeseable” (Amador, 2010, p. 1).

Tabla 2

Elaboración propia	CRITERIOS	CARACTERÍSTICAS ÉTICAS DEL CRITERIO
	Confidencialidad	Se asegurará la protección de la identidad de las instituciones que brinden.
	Objetividad	El análisis de la situación encontrada se basará en criterios técnicos.
	Originalidad	Se citarán las fuentes bibliográficas de la información mostrada.
	Veracidad	La información mostrada será verdadera, cuidando la confidencialidad de ésta.
	Derechos laborales	La propuesta de solución propiciará el respeto a los derechos laborales en la institución donde se recopile la información de estudio.

Criterios para toma de decisiones

III. RESULTADOS

3.1. Determinar los requerimientos de agua diario para abastecer a las viviendas del sector rural, destinadas para cultivo de regadío a pequeña escala, lavado de ropa y servicios higiénicos.

Ubicación geográfica.

Coordenadas geográficas de Pimentel, Perú

Latitud: 6°50'12" S

Longitud: 79°56'03" O

Altitud sobre el nivel del mar: 7 m

Coordenadas de Pimentel en grados decimales

Latitud: -6.8366700°

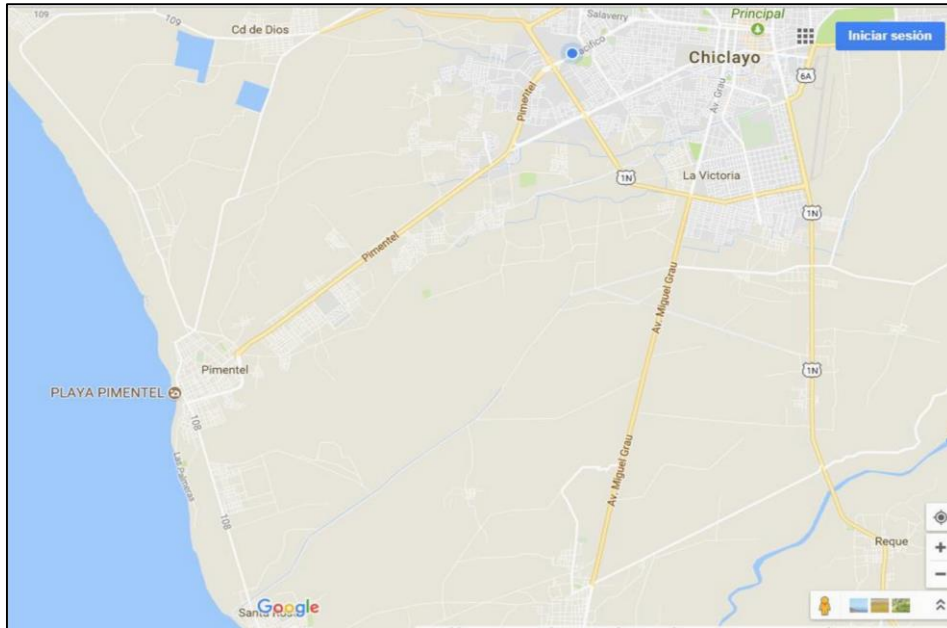
Longitud: -79.9341700°

Coordenadas de Pimentel en grados y minutos decimales

Latitud: 6°50.2002' S

Longitud: 79°56.0502' O

Figura 7



Fuente: Google Earth, 2017

Ubicación Geográfica de Pimentel

Actualmente el agua que requieren los habitantes de las viviendas rurales, se adquiere por la compra de éste para consumo humano; para el uso del agua para el regadío, lavado de ropa y los servicios higiénicos, se extrae del subsuelo de manera manual.

En lo que respecta al presente proyecto de investigación, se proyecta abastecer de agua para los cultivos, que son a pequeña escala de aproximadamente 1,5 hectáreas, con cultivos como son el maíz, hortalizas, alfalfa, entre otros; y también a abastecer de agua a los servicios higiénicos de la vivienda y lavado de ropa.

En la vivienda que se ha tomado como muestra para el presente trabajo de investigación, existe la infraestructura de un tanque elevado de agua de concreto armado, con capacidad de 6 metros cúbicos, ubicado a 3 metros de altura.

Cantidad de Agua para cultivos

Según las características agronómicas de los cultivos, éstas requieren de una cantidad de agua para poder desarrollarse, dentro de un tiempo determinado. Los pobladores de las viviendas del sector rural del Distrito de Pimentel, tienen actualmente cultivos, para autoconsumo, pero también para venta; debido a que la cantidad promedio de cultivos es inferior a las 2 Hectáreas.

Para la determinación de la cantidad de agua, se estableció dos grupos de cultivos; uno que tiene un moderado requerimiento de agua es decir un valor de 6mm de agua por cada 10 días, y otros cultivos con bajo requerimiento de agua, equivalente a 4 mm de agua por cada 10 días.

En la tabla 3 se muestra, la cantidad de agua que se requiere para los dos grupos de cultivos.

Tabla 3

Cultivo	mm de Riego	Hectáreas Cultivadas	Total m3
Moderado Requerimiento de Agua	6	0.4	24
Bajo Requerimiento de Agua	2.5	1.1	27.5
Total			51.5

Requerimientos hídricos de cultivos

Interpretación:

Para la determinación del volumen de agua, se relaciona la altura de agua (mm) por el área total del cultivo, obteniéndose el resultado en m³, que es la cantidad de agua que requiere el cultivo para un periodo de 10 días, por lo tanto, para 1 día se requiere un volumen de agua de 5,15 metros cúbicos.

Cantidad de agua para Lavado de Ropa y Servicios Higiénicos.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la cantidad de agua que requiere una persona en el sector rural para satisfacer sus necesidades

básicas es de 50 litros por día. En cada vivienda el promedio de habitantes es de 5; por lo tanto, se requiere de 250 Litros por día. Para los servicios higiénicos, se requieren por cada vivienda la cantidad de 150 Litros al día.

Por lo tanto, se requiere de 400 litros diarios de agua, para satisfacer las necesidades de cada vivienda, sin considerar la de consumo humano, que será adquirida en botellas de agua potable.

Cantidad de agua total requerida.

La cantidad de agua total será: $5,15 + 0,4 = 5,55$ metros cúbicos por día.

Características del pozo tubular.

El pozo tubular pertenece a los estudios hidrológicos realizados para el del proyecto Olmos, cuya información fue brindada por el Ministerio de Agricultura y Riego, dirección Lambayeque, donde se muestra las características hidrogeológicas para nuestro proyecto.

Tabla 4

Grupo	Pozo 7G
Diámetro	6"
Profundidad	80m
Resistividad	11 – 13 Ω
Nivel estático del agua	3,3m
Caudal	2 – 3 L/s

Dimensiones de pozo tubular existente

- 3.2. Realizar un estudio del potencial eólico de la zona de influencia del proyecto, el cual consiste en registrar las velocidades del viento, de acuerdo a un protocolo de medición previamente establecido, con equipo anemómetro calibrado, que integre todos los factores, a fin de garantizar una velocidad mínima a diferentes condiciones.**

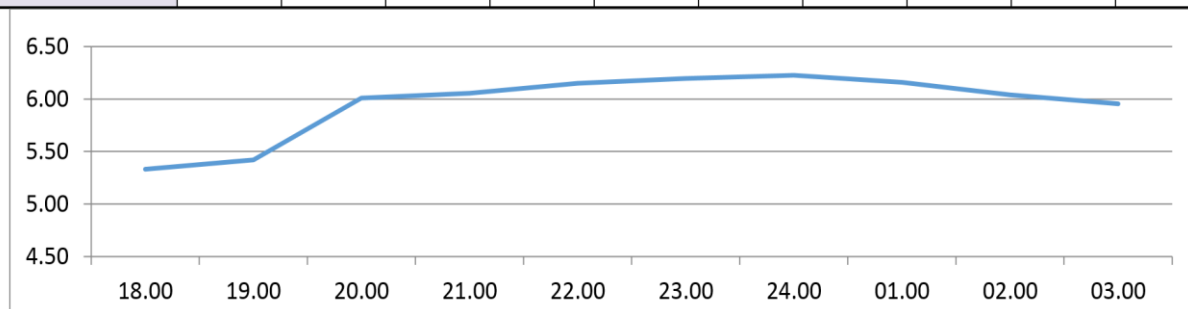
Las mediciones de la velocidad del viento, es la magnitud a analizar durante las horas del día, para lo cual se establece el siguiente protocolo de mediciones, el cual tiene el siguiente procedimiento.

- Realizar mediciones de velocidad del viento a 6 y 7 metros del nivel de piso terminado, para lo cual se acondiciona al anemómetro digital calibrado, para tener las dos posiciones.
- El anemómetro digital se instala con la dirección del viento, para lo cual la medición se realizará en dirección frontal a la del viento.
- Registrar las mediciones 1 vez por semana durante un mes, y en dos estaciones del año, en Febrero y Julio.
- Las mediciones de la velocidad del viento, se realizan dos veces, según el formato de guía de observación 1, para luego obtener el promedio de ambas.
- Realizar las mediciones desde las 18.00 hasta las 03.00 horas del día siguiente, por ser la de mayor intensidad.
- No tomar las mediciones de velocidad, si existiera precipitación fluvial.

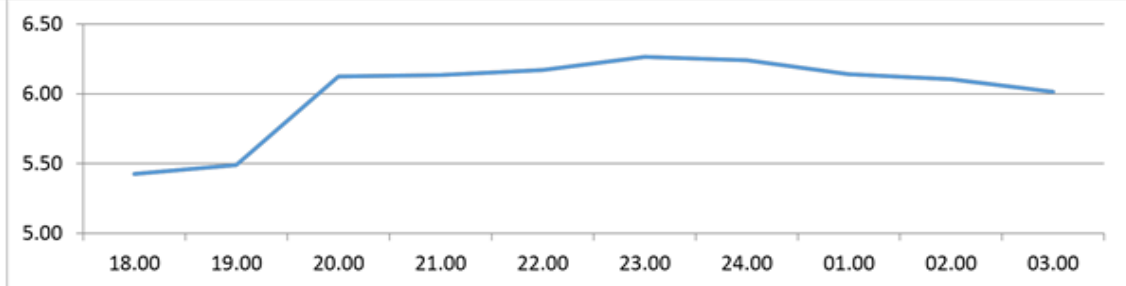
Resultados de Mediciones

Tabla 5

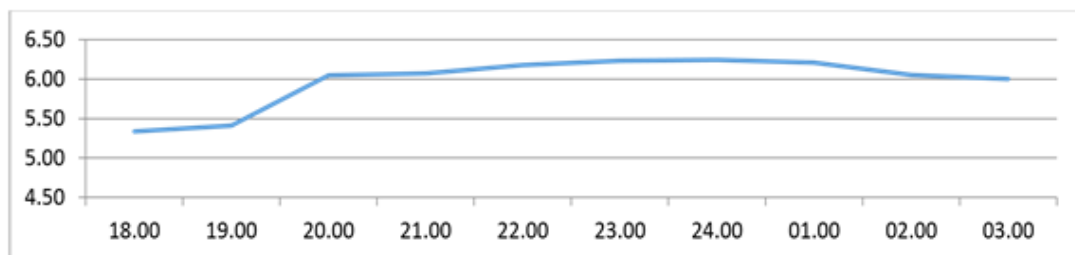
Día: 01 Febrero 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5,34	5,45	6,03	6,04	6,18	6,21	6,24	6,17	6,07	5,98
Segunda Medición	5,32	5,39	5,99	6,07	6,12	6,18	6,21	6,15	6,01	5,93
Promedio	5,33	5,42	6,01	6,06	6,15	6,20	6,23	6,16	6,04	5,96



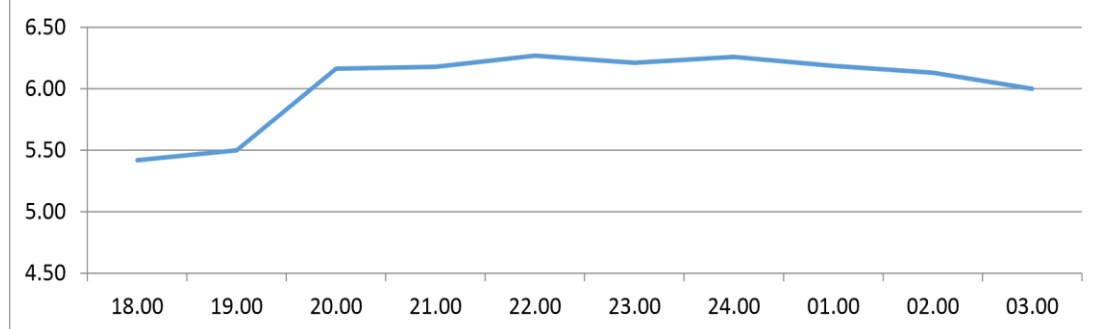
Día: 01 Febrero 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5,41	5,47	6,12	6,13	6,20	6,22	6,27	6,15	6,12	6,03
Segunda Medición	5,44	5,51	6,13	6,14	6,14	6,31	6,21	6,13	6,09	6,00
Promedio	5,43	5,49	6,13	6,14	6,17	6,27	6,24	6,14	6,11	6,02



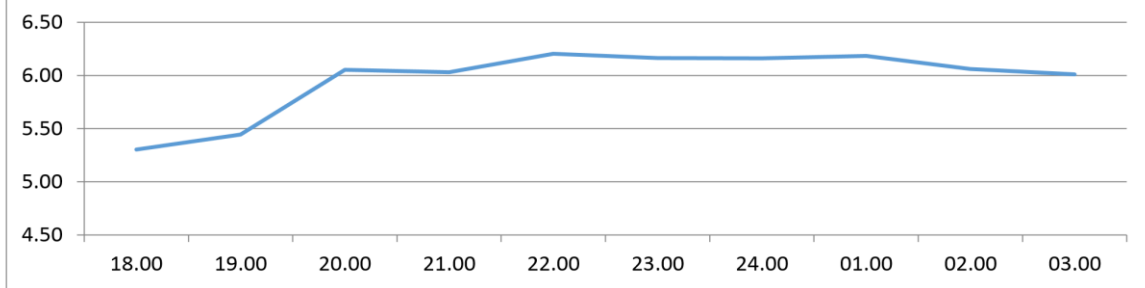
Día: 08 Febrero 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5,36	5,47	6,05	6,03	6,20	6,23	6,23	6,19	6,09	6,01
Segunda Medición	5,31	5,35	6,04	6,11	6,15	6,23	6,26	6,22	6,01	5,99
Promedio	5,34	5,41	6,05	6,07	6,18	6,23	6,25	6,21	6,05	6,00



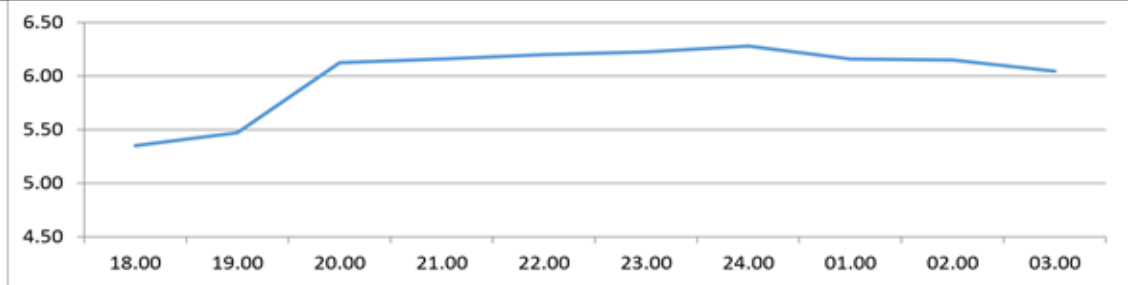
Día: 08 Febrero 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,43	5,49	6,14	6,15	6,22	6,21	6,29	6,19	6,14	6,03
Segunda medición	5,41	5,51	6,19	6,21	6,32	6,21	6,23	6,18	6,12	5,97
Promedio	5,42	5,50	6,16	6,18	6,27	6,21	6,26	6,19	6,13	6,00



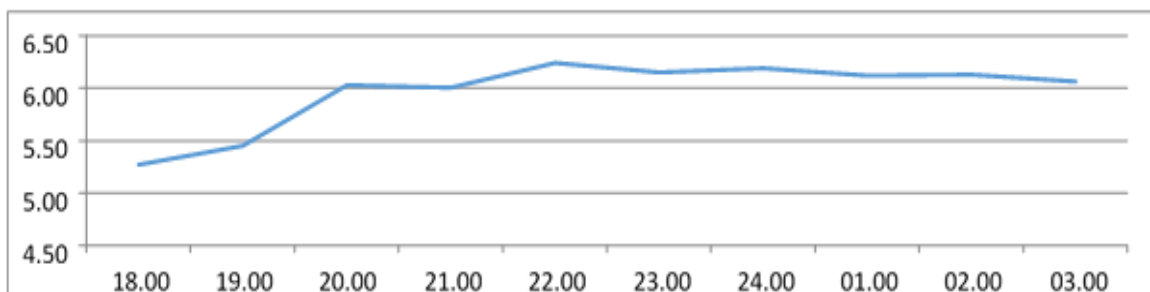
Día: 15 Febrero 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,33	5,44	6,02	6,02	6,19	6,20	6,19	6,16	6,09	5,99
Segunda medición	5,28	5,45	6,09	6,04	6,22	6,13	6,13	6,21	6,03	6,03
Promedio	5,30	5,44	6,05	6,03	6,21	6,16	6,16	6,18	6,06	6,01



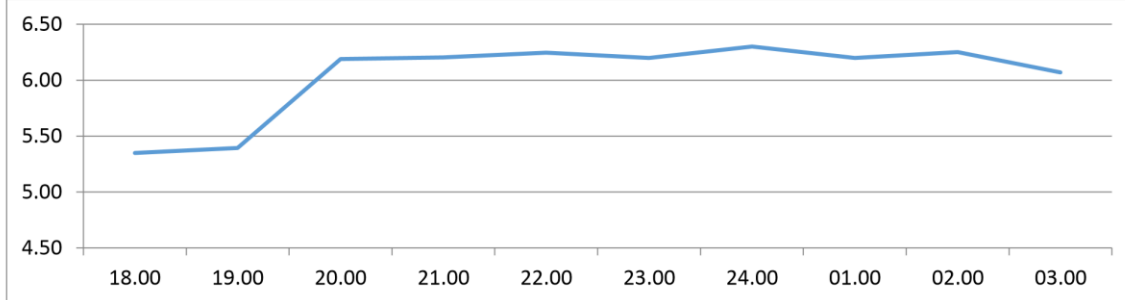
Día: 15 Febrero 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,31	5,45	6,13	6,17	6,21	6,21	6,29	6,19	6,18	6,05
Segunda medición	5,39	5,49	6,12	6,15	6,19	6,24	6,27	6,13	6,12	6,04
Promedio	5,35	5,47	6,13	6,16	6,20	6,23	6,28	6,16	6,15	6,05



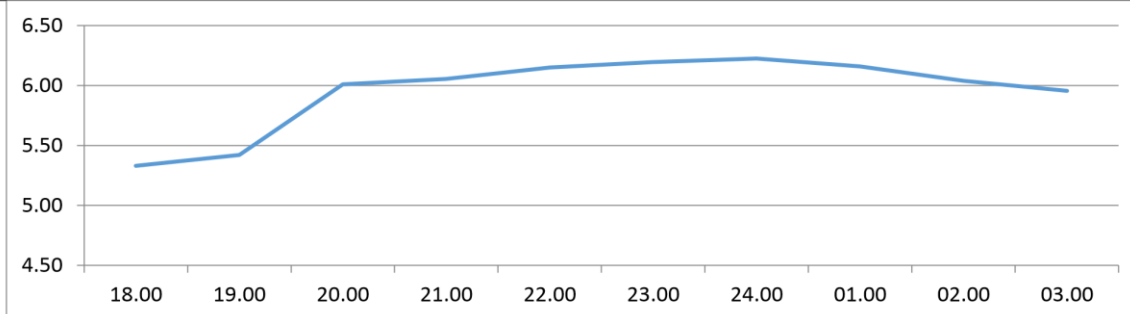
Día: 22 Febrero 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,31	5,41	6,03	6,02	6,22	6,16	6,18	6,12	6,13	6,03
Segunda medición	5,23	5,49	6,02	5,98	6,25	6,13	6,19	6,11	6,12	6,09
Promedio	5,27	5,45	6,03	6,00	6,24	6,15	6,19	6,12	6,13	6,06



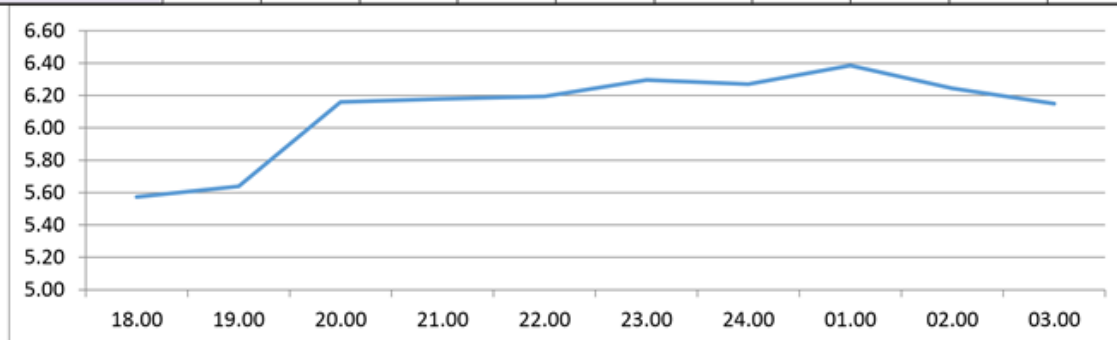
Día: 22 Febrero 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,39	5,42	6,20	6,23	6,25	6,22	6,32	6,21	6,28	6,09
Segunda medición	5,31	5,37	6,18	6,18	6,24	6,18	6,28	6,19	6,22	6,05
Promedio	5,35	5,40	6,19	6,21	6,25	6,20	6,30	6,20	6,25	6,07



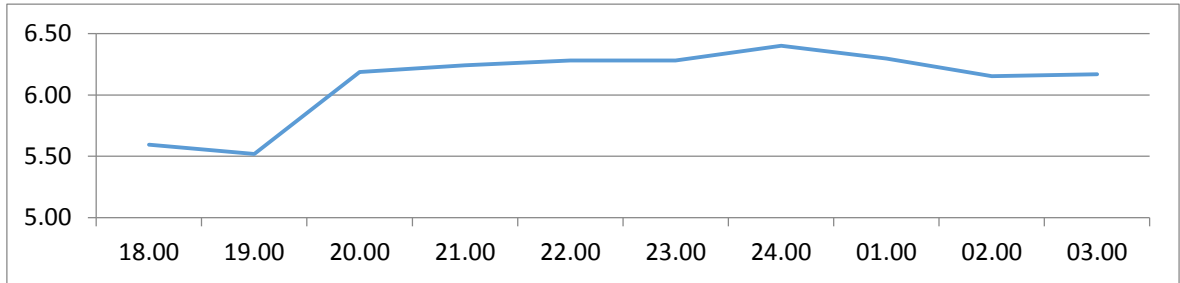
Día: 01 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,54	5,65	6,12	6,15	6,23	6,27	6,31	6,43	6,24	6,12
Segunda medición	5,45	5,67	6,12	6,17	6,31	6,21	6,32	6,49	6,32	6,19
Promedio	5,50	5,66	6,12	6,16	6,27	6,24	6,32	6,46	6,28	6,16



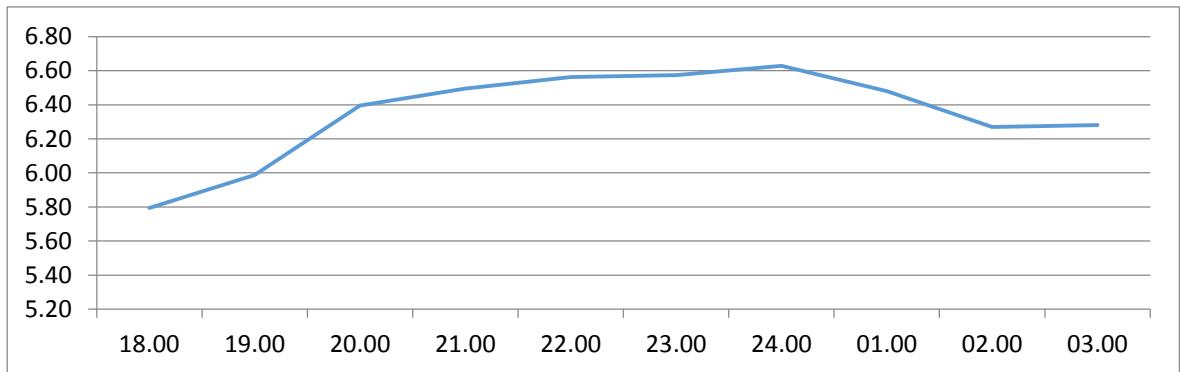
Día: 01 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,56	5,67	6,14	6,17	6,25	6,31	6,33	6,45	6,27	6,17
Segunda medición	5,59	5,61	6,18	6,19	6,14	6,28	6,21	6,32	6,22	6,13
Promedio	5,57	5,64	6,16	6,18	6,19	6,30	6,27	6,38	6,25	6,15



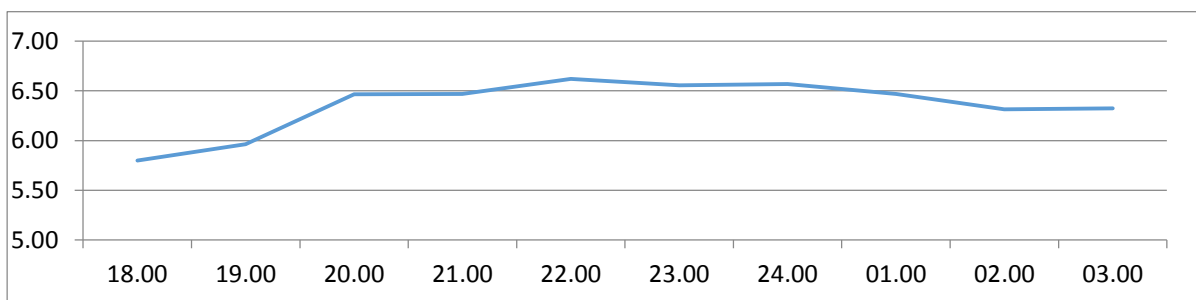
Día: 08 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5,58	5,69	6,16	6,19	6,27	6,33	6,39	6,47	6,29	6,22
Segunda medición	5,61	5,35	6,21	6,29	6,29	6,23	6,41	6,12	6,01	6,12
Promedio	5,59	5,52	6,19	6,24	6,28	6,28	6,40	6,30	6,15	6,17



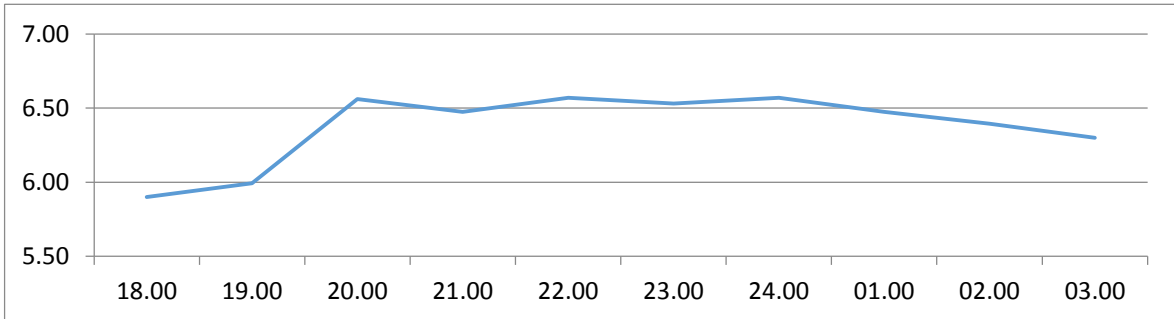
Día: 08 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,83	5,95	6,44	6,54	6,56	6,54	6,68	6,54	6,31	6,34
Segunda medición	5,76	6,03	6,35	6,45	6,57	6,61	6,58	6,42	6,23	6,22
Promedio	5,79	5,99	6,39	6,50	6,56	6,58	6,63	6,48	6,27	6,28



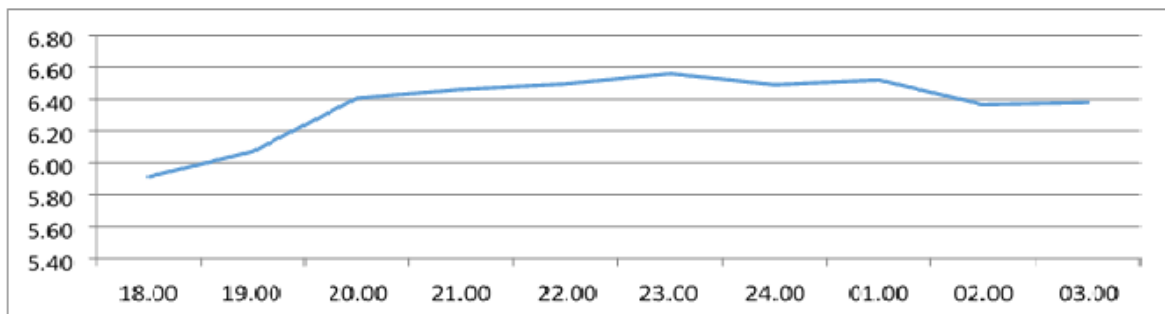
Día: 15 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5,89	6,00	6,50	6,51	6,62	6,60	6,61	6,51	6,34	6,31
Segunda Medición	5,71	5,92	6,43	6,43	6,59	6,51	6,53	6,43	6,29	6,34
Promedio	5,80	5,96	6,47	6,47	6,62	6,56	6,57	6,47	6,32	6,33



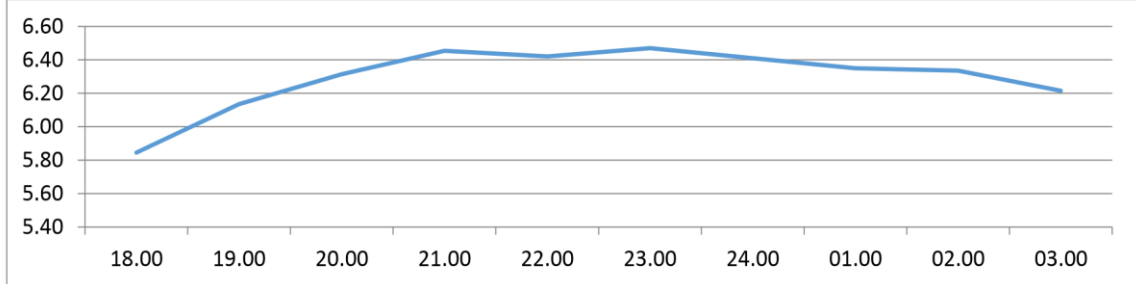
Día: 15 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,94	6,06	6,56	6,52	6,61	6,61	6,63	6,53	6,41	6,31
Segunda medición	5,86	5,93	6,42	6,43	6,53	6,45	6,51	6,42	6,38	6,29
Promedio	5,90	5,99	6,56	6,48	6,57	6,53	6,57	6,48	6,40	6,30



Día: 22 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,99	6,11	6,49	6,51	6,54	6,61	6,55	6,53	6,41	6,44
Segunda medición	5,83	6,03	6,32	6,41	6,45	6,51	6,43	6,51	6,32	6,32
Promedio	5,91	6,07	6,41	6,46	6,50	6,56	6,49	6,52	6,37	6,38



Día: 22 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera medición	5,88	6,12	6,34	6,43	6,45	6,43	6,43	6,39	6,35	6,21
Segunda medición	5,81	6,15	6,29	6,48	6,39	6,51	6,39	6,31	6,32	6,22
Promedio	5,85	6,14	6,32	6,46	6,42	6,47	6,41	6,35	6,34	6,22



3.3. Calcular y seleccionar los dispositivos electromecánicos de generación de energía, así como también la selección de los componentes del sistema de bombeo de agua

3.3.1. Cálculo de la Potencia del Aerogenerador.

Para determinar la potencia del aerogenerador, el análisis se hace en función a los requerimientos de la potencia hidráulica que requiere la bomba; para lo cual se tiene los siguientes parámetros de entrada, que son la altura y el caudal.

En lo referente a la altura.

La altura, a la cual se encuentra el tanque elevado es de 3 metros del nivel de piso terminado, y la extracción del agua, se realiza desde los denominados "Pozos tubulares" de 6" de diámetro y con una máxima profundidad de 80m, y una altura estática de 3,3 metros de agua.

Por lo tanto, la altura manométrica de la bomba sumergible será:

$$H_m = H_p + H_h$$

Donde:

H_m: Altura Manométrica, en metros.

H_s: Profundidad del pozo, 80 metros.

H_h: Altura de la base del tanque: 3 metros.

Reemplazando valores, se tiene:

$$H_m = 83m$$

La altura total será la que se adiciona por las pérdidas por fricción, y ésta en función a las características del flujo, como también a las dadas por las características de los accesorios y tuberías de la instalación.

Para la determinación de las pérdidas por fricción, se utiliza la ecuación de Darcy, que establece las pérdidas de energía por fricción.

$$H_f = \frac{F * L * V^2}{2gD}$$

Dónde:

F: Factor de fricción (0.002, tubería PVC, según diagrama de Moody)

L: Longitud de la tubería PVC. (83 Metros)

V: Velocidad del fluido. (3 – 4 m/s)

D: Diámetro de la tubería de impulsión. (1" = 0.0254m)

Reemplazando valores se tiene:

$$H_f = (0.002 * 83 * 3^2) / (2 * 9.81 * 0.0254)$$

$$H_f = 3.00m$$

Por lo tanto, la altura dinámica es la suma de la altura manométrica más la pérdida de carga, por lo tanto:

$$H_d = H_m + H_f$$

$$H_d = 83 + 3 = 86 \text{ m.}$$

Cálculo del caudal.

Para determinar el caudal de impulsión de la electrobomba sumergible, éste se determina mediante el siguiente análisis:

La cantidad de agua que se requiere por día, según lo calculado en el ítem 3.1 de la presente tesis es de 5,55 metros cúbicos de agua. Se establece que la electrobomba tendrá un funcionamiento de acuerdo a la energía que es suministrada por el banco de baterías.

Se establece el siguiente criterio, para la elección del caudal óptimo.

Para el funcionamiento de 1 hora, el caudal será de $5,55/60 = 92.5$ Litros por minuto,

Para el funcionamiento de 2 horas, el caudal será de $5,55 / 120 = 46.25$ Litros por minuto.

Para el funcionamiento de 3 horas, el caudal será de $5,55 / 180 = 30.83$ Litros por minuto.

Para el funcionamiento de 4 horas, el caudal será de $5,55 / 240 = 23.12$ Litros por minuto.

En función a ello, se determina para el funcionamiento de 1.2, 3 y 4 horas la potencia hidráulica que requiere la bomba:

La potencia hidráulica se determina por la ecuación:

$$P = \frac{(\gamma * Q * H)}{1000 * e}$$

Dónde:

P: Potencia Hidráulica, en KW. γ : Peso Específico del agua: 9810 N/m³

Q: Caudal en m³/s. H: Altura total: 86m

e. Eficiencia, 0.9

Reemplazando valores, para las cuatro opciones de funcionalidad, se tiene:

Para el funcionamiento de 1 Hora:

$$P = (9810 \cdot 0.0015 \cdot 86) / (1000 \cdot 0.9) = 1.40 \text{ Kw.}$$

Para el funcionamiento de 2 Horas:

$$P = (9810 \cdot 0.00077 \cdot 86) / (1000 \cdot 0.9) = 0.72 \text{ Kw.}$$

Para el funcionamiento de 3 Horas:

$$P = (9810 \cdot 0.00051 \cdot 86) / (1000 \cdot 0.9) = 0.47 \text{ Kw.}$$

Para el funcionamiento de 4 Hora:

$$P = (9810 \cdot 0.00051 \cdot 86) / (1000 \cdot 0.9) = 0.35 \text{ Kw.}$$

El criterio que se opta es el funcionamiento de la electrobomba para 1 hora de funcionamiento, con una potencia de 1.4 kW. Por lo tanto, la potencia del aerogenerador, se diseñará para 2 kW.

3.3.2. Selección del Aerogenerador

Las turbinas eólicas, se clasifican en turbinas de eje horizontal o HATWs, y las de eje vertical o VAWTs, siendo sus características:

Tabla 6

Características	HAWT rápidas (pocas palas)	VAWT rápidas (Darrieus)
Rendimiento	Generalmente alto	Algo inferior a las HAWTs
Sistema de orientación	Siempre necesario	En la mayoría de los casos no necesita
Ubicación del generador	A la altura del eje (difícil acceso para mantenimiento)	Puede estar a nivel del suelo (fácil acceso)
Torre	Más alta, y con las masas concentradas en el extremo superior	Generalmente Más corta, y las masas pueden estar más distribuidas (generador al nivel del suelo, extremo superior puede estar soportando la mitad de las cargas horizontales)
Palas	De cuerda variable, perfiles asimétricos complejos, con alabeo, empotrada solo en un extremo	De cuerda constante, perfiles simétricos simples, sin alabeo, empotrada en sus extremos o dos puntos cercanos a ellos
Comportamiento ante flujo turbulento	No aptas	Soportan mejor los flujos turbulentos
Costo / Kw instalado	Menor que los VAWT	Mayor que los HAWT

Comparación de las características de los HAWTs y los VAWTs

De la tabla 6, se puede observar lo siguiente, que, para una determinada potencia, las HAWTs son más eficientes pero requieren de menor material (son menos costosas), las VAWT, suelen ser más robustas, soportan mejor a las turbulencias, son de mayor acceso para las labores de mantenimiento, son más simples y de construcción sencilla.

La ecuación que determina la cantidad de energía que se puede obtener de una turbina eólica está dada por la expresión:

$$E_{cu} = \frac{1}{2} \times \delta \times A \times l \times v^3$$

Donde:

Ec: Energía cinética.

□□□Densidad del aire: 1,28 Kg/m³.

A: Area de la sección del álabe.

L: Longitud de recorrido del aire, en metros.

V: Velocidad del viento.

El diseño de una turbina eólica que tenga una aceptable relación entre la energía captada y el costo, debe realizarse tal que la potencia nominal P_n de la misma corresponda a una velocidad de viento v_n cercana a la raíz cúbica de la sumatoria de los productos del cubo de las velocidades por su probabilidad de ocurrencia.

Así, considerando una distribución típica de la zona, con $k=2$, $C=9$ y $v_{media}=5.8$ m/s

Por lo tanto, fijamos la velocidad de viento nominal de diseño en 5.0 m/s.

Dimensionamiento de la Turbina Eólica.

El diseño del alabe se da por la teoría del ala, con un proceso en la sección de los alabes, el cálculo del rotor se da en las ecuaciones aerodinámicas.

Calculo del diámetro del rotor

Se obtiene a partir de la ecuación de potencia de la turbina eólica:

$$d = \sqrt{\left(\frac{8 \cdot P}{\pi \cdot \rho \cdot V^3 \cdot C_p \cdot \eta_e \cdot \eta_t} \right)}$$

Donde:

d : Diámetro del rotor de la turbina eólica (m)

P : Potencia de diseño del aerogenerador (W)

ρ : Densidad del aire, variable con la a.s.n.m (1.23 kg/m³ a nivel del mar)

V : Velocidad del viento (m/s)

A : Área barrida por la turbina (m²)

C_p : Coeficiente de potencia (adimensional)

η_e : Eficiencia del generador

η_t : Coeficiente de transmisión

Reemplazando los valores obtenemos la siguiente ecuación:

$$d = \sqrt{\frac{8 \times 2000}{3,1316 \times 1,23 \times 125 \times 0,62 \times 0,8}} = 6,9 \text{ m}$$

La velocidad de giro de la turbina eólica se obtiene de la siguiente expresión:

$$N = \left(\frac{60 \cdot \lambda \cdot V_D}{\pi \cdot d} \right)$$

Donde:

λ : Celeridad

N: Velocidad de giro de la turbina eólica (RPM)

VD: Velocidad de diseño (m/s)

Cálculo de la sección del álabo y selección del perfil

Para el cálculo de la sección del alabe se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$\left. \begin{aligned} \lambda_r &= \frac{\lambda}{R} \\ \phi &= \frac{2}{3} \cdot \arctan\left(\frac{1}{\lambda_r}\right) \\ C &= \frac{8 \cdot \pi \cdot r \cdot (1 - \cos \phi)}{z \cdot C_1} \\ \beta &= \phi - \alpha \\ N &= \frac{w \cdot c}{\mu} \quad (N \text{ de Reynolds}) \end{aligned} \right\}$$

$$\lambda_r = \frac{6,5}{3,45} = 1,88$$

$$\phi = \frac{2}{3} \cdot \arctan\left(\frac{1}{1,88}\right) = 18,7$$

$$C = \frac{8 \times 3,1416 \times 3,45 \times (1 - \cos 18,7)}{3 \times 0,8} = 1,9$$

$$\beta = 18,7 - 5 = 13,7^\circ$$

Donde:

- λ_r : Celeridad local para el radio r
- λ : Celeridad de diseño
- r : Distancia del centro del rotor a la sección evaluada (m)
- R : Radio de la turbina (m)
- β : Angulo formado por la velocidad relativa con el plano de giro del rotor
- C : Cuerda de la sección del álabe
- z : Número de álabes o palas
- C_l : Coeficiente de sustentación del álabe
- w : Velocidad relativa al perfil m/s
- μ : Viscosidad cinemática del aire

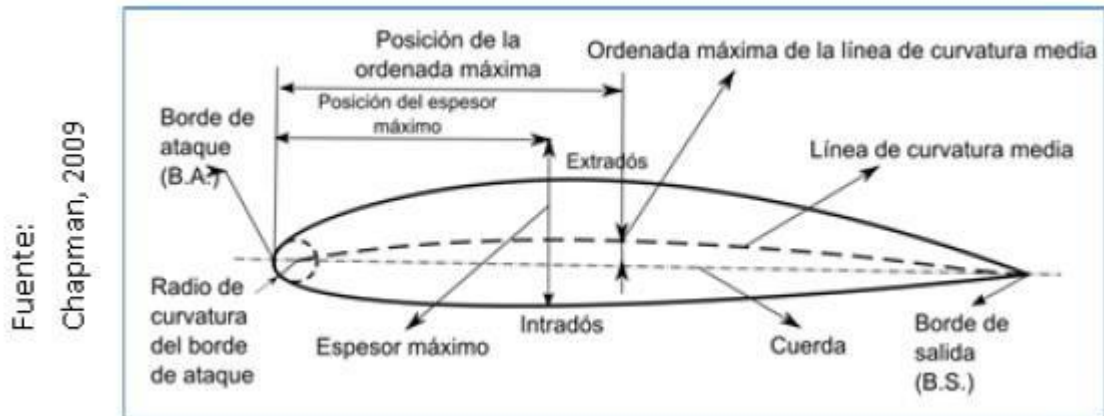
Los parámetros de diseño considerados son los siguientes:

Potencia eléctrica:	6000 W
Veloc. de nominal de diseño:	5 m/s
Perfil utilizado:	NACA 4412
Numero de palas:	3
λ :	6.5
RPM:	300
C_{p1} :	0.62
C_l :	0.8
Eficiencia de transmisión (η_t):	1 (transmisión directa)
ρ :	1,23 kg/m ³
α :	5°

De acuerdo a recomendaciones, se toman puntos de paso $r = 0.5R$ y $r = 0.9 R$, con lo que se tiene los valores definitivos de la cuerda y el ángulo para la construcción del molde.

Geometría de la pala

Figura 8



Dimensionamiento del álabe del aerogenerador

Para la fabricación del molde es necesario dividir la longitud de pala en diferentes secciones cada radio tendrá una cuerda y un ángulo de posición. Características del perfil NACA 4412 se obtiene la geometría de cada sección, que son dibujados a escala real con la finalidad de elaborar las plantillas.

Familia de Perfiles

Existe una diversidad de familias de perfiles aerodinámicos, los cuales han sido estudiados y diseñados por los investigadores. Se pueden nombrar los perfiles Gottingen, SERI o LS, Clark, FX (Frank X. Wortmann) y los NACA (Escánez, 2013, p.50)

NACA - 4 cifras

El significado de la primera es geométrico, e indica la máxima flecha de la línea media de la cuerda en %, proporcionando la máxima curvatura.

Calculo de la torre

“La torre es el elemento estructural que le permite al aerogenerador elevarlo a determinada altura, para así aprovechar la energía de los

vientos ya que a mayor altura estos son más rápidos y a la vez más estables” (Ferrero, 2007, p.95).

Fuerzas involucradas en el cálculo de la estructura se toman de manera que se mantenga girando a 350 RPM para un viento mayor a 5 hasta 20 m/s

$$\omega = 36 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$r = 0,86 \text{ m}$$

$$F_{\text{axial}} = 350 \text{ kgf}$$

$$F_{\text{cent}} = \omega^2 \times r \times P_{\text{pala}}$$

$$F_{\text{cent}} = 1,226 \times 10^4 \text{ N.W}$$

$$F_{\text{C}_{\text{desv}}} = 642 \text{ N.W}$$

$$\text{Peso}_{\text{rotor}} = 899,64 \text{ N.W}$$

$$\text{Peso}_{\text{eje H}} = 74,87 \text{ N.W}$$

$$\text{Peso}_{\text{rod}} = (\text{Peso}_{\text{rod A}} + \text{Peso}_{\text{rod B}}) \times 9,8$$

$$\text{Peso}_{\text{rod}} = 88,2 \text{ NW}$$

$$\text{Peso}_{\text{gener}} = 200 \times 9,8$$

$$\text{Peso}_{\text{estr}} = (\text{Peso}_{\text{estructura1}} + \text{Peso}_{\text{estructura2}}) \times 9,8$$

$$\text{Peso}_{\text{total}} = 3,66 \times 10^3 \text{ N.W}$$

Parámetros de diseño

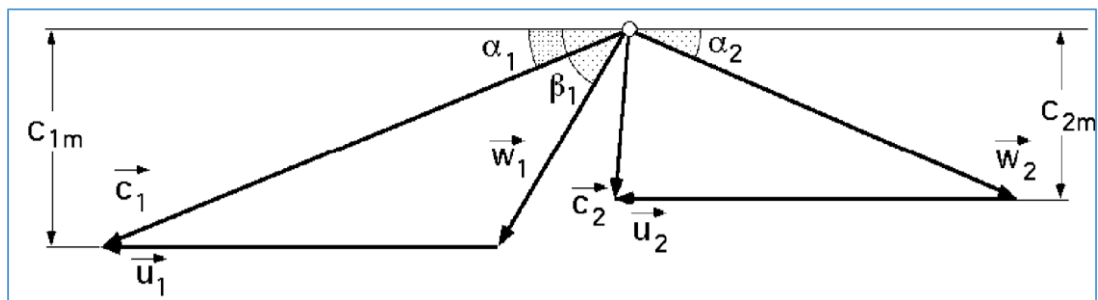
En el proceso de diseño, los parámetros más importantes son:

- El radio de la turbina Darrieus, RD
- La altura de la turbina Darrieus, HD
- El radio de las turbinas Savonius, RS

- La altura de las turbinas Savonius, HS
- El n° de palas de la turbina Darrieus, ND
- El n° de palas de las turbinas Savonius, NS
- El perfil aerodinámico de las palas de la turbina Darrieus
- La solidez de la turbina Darrieus, σ
- La TSR para el Cp máximo

En toda turbina eólica, la conversión de la energía cinética en energía mecánica, se produce en el álabe, en el cual coexisten tres velocidades de acuerdo al triángulo de Euler.

Figura 9



Triángulo de Euler

Del Triángulo de Euler, se tiene:

C: Velocidad absoluta.

U: Velocidad tangencial.

W: Velocidad relativa.

$$TSR = \text{Vel. Tg Max} / V$$

$$TSR = w \cdot R / V$$

$$\text{TSR} = (2 * \pi * \text{RPM} * R) / (V * 60)$$

$$P = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v^3 \times C_p$$

De toda esta energía, solo será posible extraer una parte, ya que, si le quitáramos toda esa energía cinética al aire, detrás de la turbina éste estaría quieto. El límite de extracción teórico máximo fue calculado por Betz, quien dedujo que la energía teórica máxima extraíble es igual al 59.3% de la total.

Por lo tanto, las turbinas reales podrán extraer una energía inferior a la planteada por Betz; el cociente entre la potencia extraída y la potencia total del fluido, se denomina coeficiente de potencia C_p , el cual será, siempre inferior a 0,593.

Diseño de la turbina Darrieus

Para turbinas de características y dimensiones similares, con el mismo perfil trabajando a similares números de Reynold, es posible considerar tener la misma característica C_p vs. TSR como primera aproximación.

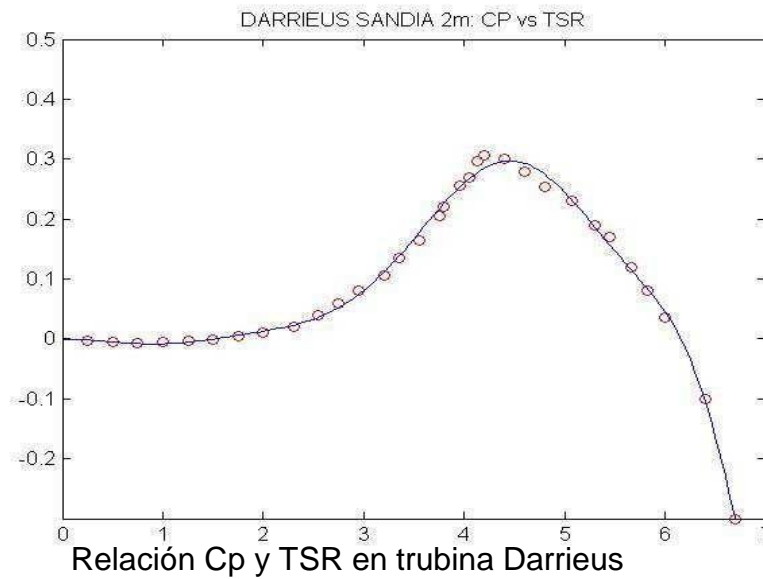
En las turbinas Darrieus, el C_p como función de TSR dependen de la solidez σ , tal que con σ bajos (palas de menor cuerda = más débiles) se consiguen valores de C_{pmax} a TSRs elevadas, mientras que con σ altos (palas de mayor cuerda = más resistentes) se consiguen valores de C_{pmax} a TSRs menores.

Por otro lado, el aumento en el número de palas da como resultado un par motor menos pulsante, pero para conservar el índice σ , se debe bajar la cuerda de la pala, con lo que la misma se debilita

Así mismo otro factor para la determinación de la turbina eólica es el tipo y el espesor de los perfiles aerodinámico. En el tipo de turbinas

Darrieus, es típico encontrar diseños simétricos, por lo general perfiles NACA.

Figura 10



En la figura 10, se muestra la relación para una turbina Darrieus, la relación entre el Cp y el TSR

Con el objeto de reducir el tamaño de estos rotores, se elige la opción de tres palas, es decir $N_s = 3$, la cual presenta un mayor Cp, pero con un par más variable en función de la posición angular del mismo; de acuerdo a las condiciones del diseño para 2 KW, $C_{pmax} = 0,23$ se da a un $TSR = 0,85$.

Teniendo en cuenta los datos del generador eléctrico, suministrados por el fabricante local.

Generador Sincrónico trifásico, Multipolo de imanes permanentes, flujo axial.

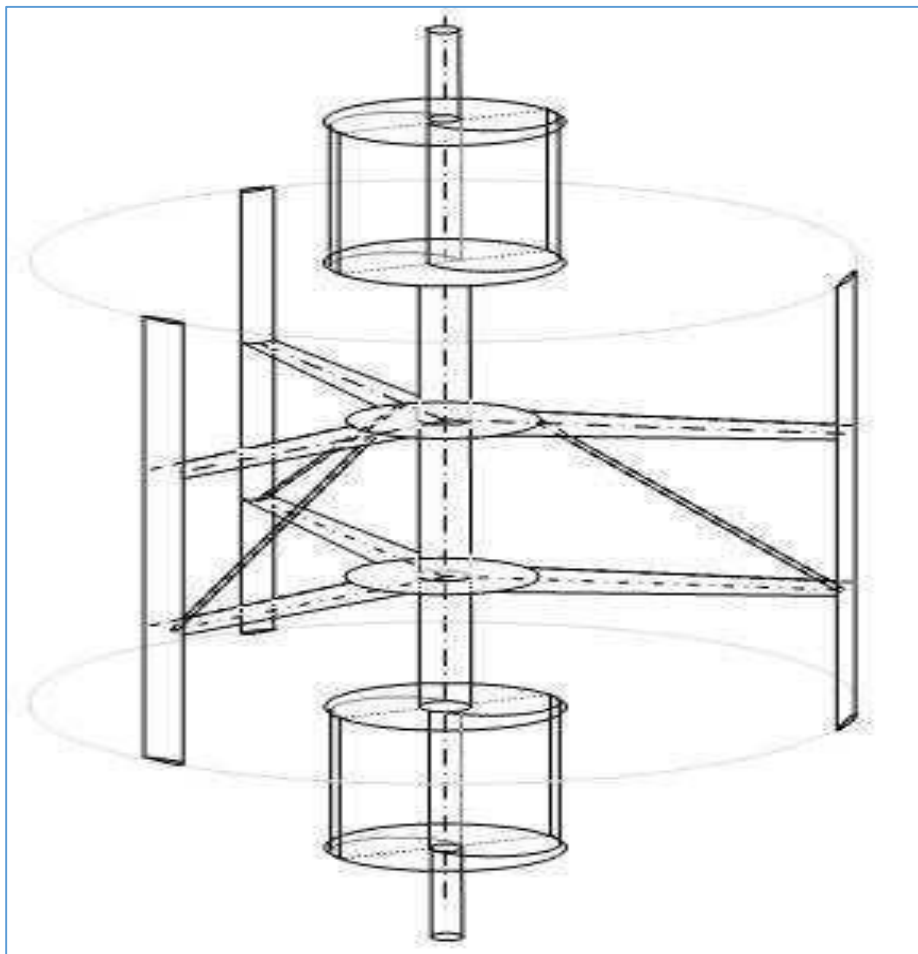
$P_n = 2\text{kw}$, $V_{fn} = 48\text{v}$ a 400RPM y $R_L = 2.4\Omega$ y considerando un rendimiento eléctrico del 85%, y un rendimiento aerodinámico inferior al de los modelos utilizados como referencia, debido a posibles diferencias de métodos de fabricación y de calidad de terminación (coef. de ajuste 0,9) se corrigió la potencia necesaria.

Potencia necesaria = Potencia Nominal * Coeficiente de ajuste *
Rendimiento Eléctrico.

$$P_n = 2 / (0.85 * 0.9)$$

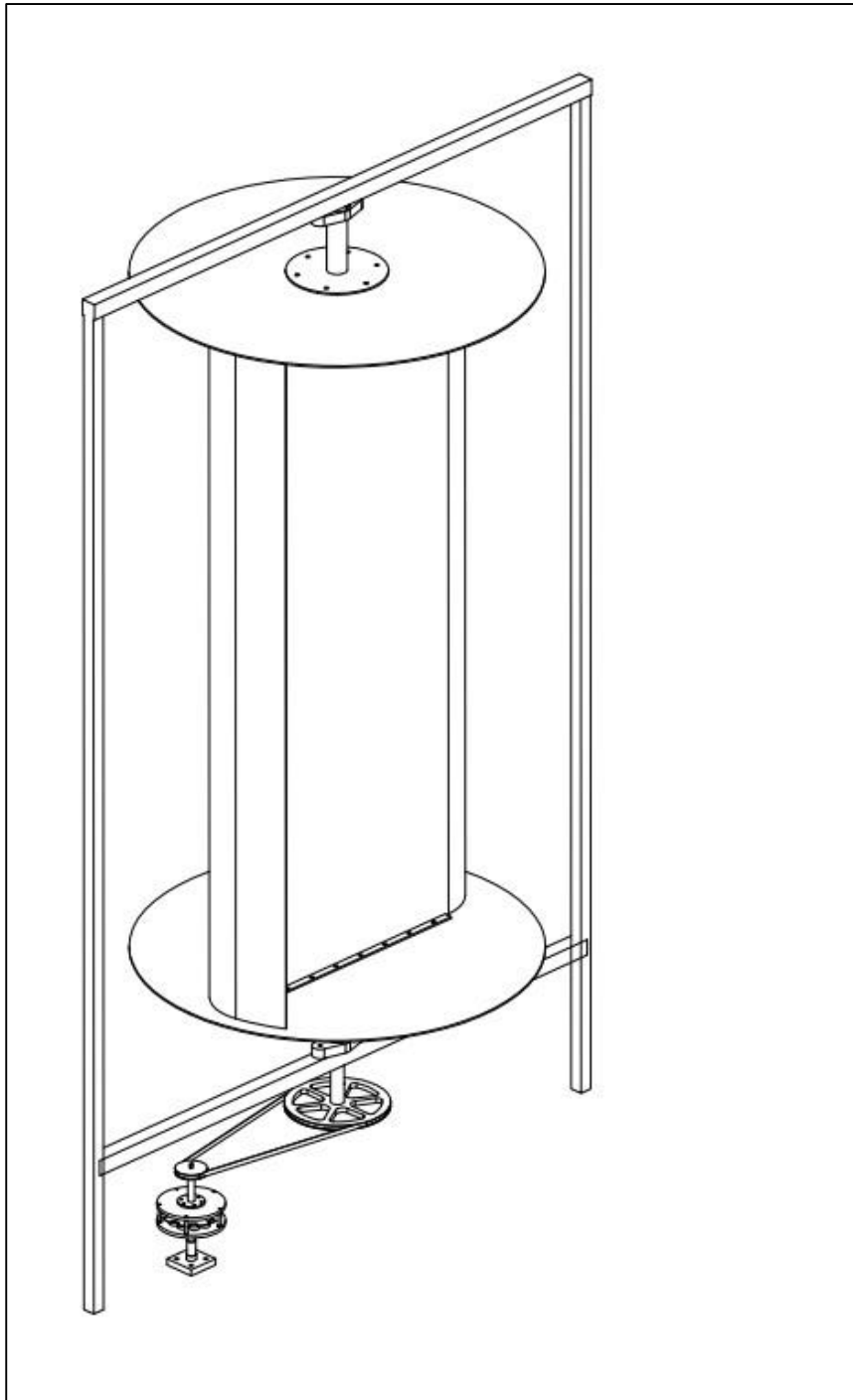
$$P_n = 2.61 \text{ KW.}$$

Figura 11



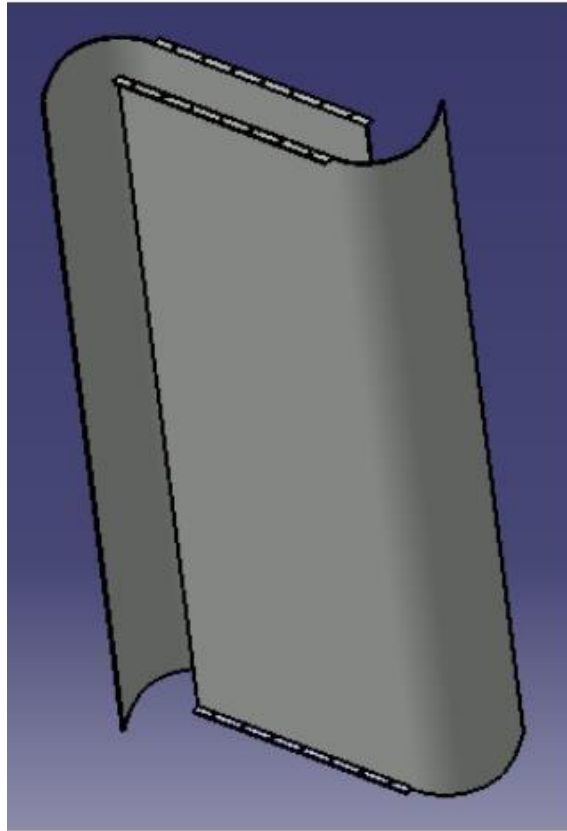
Geometría del rotor de la turbina eólica.

Figura 12



Accionamiento de Turbina Eólica.

Figura 13



Geometría de las palas del aerogenerador

3.3.2. Seleccionar el dispositivo de bombeo de agua subterránea para satisfacer el requerimiento.

SELECCIÓN DEL EQUIPO DE BOMBEO

Para la correcta selección de un Equipo de Bombeo Sumergible se requieren los siguientes datos:

- ✓ Q = Gasto (l/s=litros por segundo)
- ✓ Ne = Nivel Estático (mts.)
- ✓ Nd = Nivel Dinámico (mts.)
- ✓ Da = Diámetro interior del Ademe (pulg. y/o cms)
- ✓ Dc = Diámetro de la columna de bombeo (pulg. y/o cms.)

- ✓ Lc = Longitud de la columna de bombeo (mts.)
- ✓ Ltc = Longitud de la tubería de conducción (mts.)
- ✓ Dtc = Diámetro y tipo de material de la tubería de conducción (mts.)
- ✓ DT = Desnivel Topográfico del brocal del pozo hasta la descarga final (mts.)
- ✓ S = Sumergencia (mts.)
- ✓ C = Longitud de la bomba (mts.)
- ✓ CDT = Carga Dinámica Total (mts.) ya sea calculada por el Cliente o con los datos anteriormente solicitados, nuestro representante de Ventas la calculará.
- ✓ A = Accesorios: Estos varían en cantidad, tipo y material y son válvulas, codos, tees, etc., instalados a lo largo de la tubería de conducción.

Figura 14

NK

Electrombomas sumergidas multicelulares



Three red icons: a house, a factory, and a tree.

CAMPO DE PRESTACIONES

- Caudal hasta **120 l/min** (7.2 m³/h)
- Altura manométrica hasta **92 m**

LIMITES DE UTILIZO

- Temperatura máxima del fluido hasta **+40 °C**
- Contenido de arena máximo **50 g/m³**
- Profundidad de utilizo hasta **20 m** bajo el nivel del agua (con cable de alimentación de longitud adecuada)
- Funcionamiento continuo **S1**

EJECUCION Y NORMAS DE SEGURIDAD

→ Disponibles con cable de alimentación de **20 metros**

EN 60335-1	EN 60034-1
IEC 60335-1	IEC 60034-1
CEI 61-150	CEI 2-3



CERTIFICACIONES

COMPANY WITH MANAGEMENT SYSTEM
CERTIFIED BY DNV
ISO 9001: QUALITY
ISO 14001: ENVIRONMENT AND SAFETY

UTILIZOS E INSTALACIONES

Por su elevado rendimiento y fiabilidad, se aconsejan para bombear agua limpia en el sector doméstico, civil, agrícola, para la distribución del agua acoplada a equipos autoclaves, para riegos de huertas y jardines, para aumentar la presión, etc.

EJECUCION BAJO PEDIDO

- Electrobomba equipada con cable de alimentación de diferente longitud
- Otros voltajes

GARANTIA

2 años según nuestras condiciones generales de venta

172 CATALOGO GENERAL 60 Hz

Figura 15

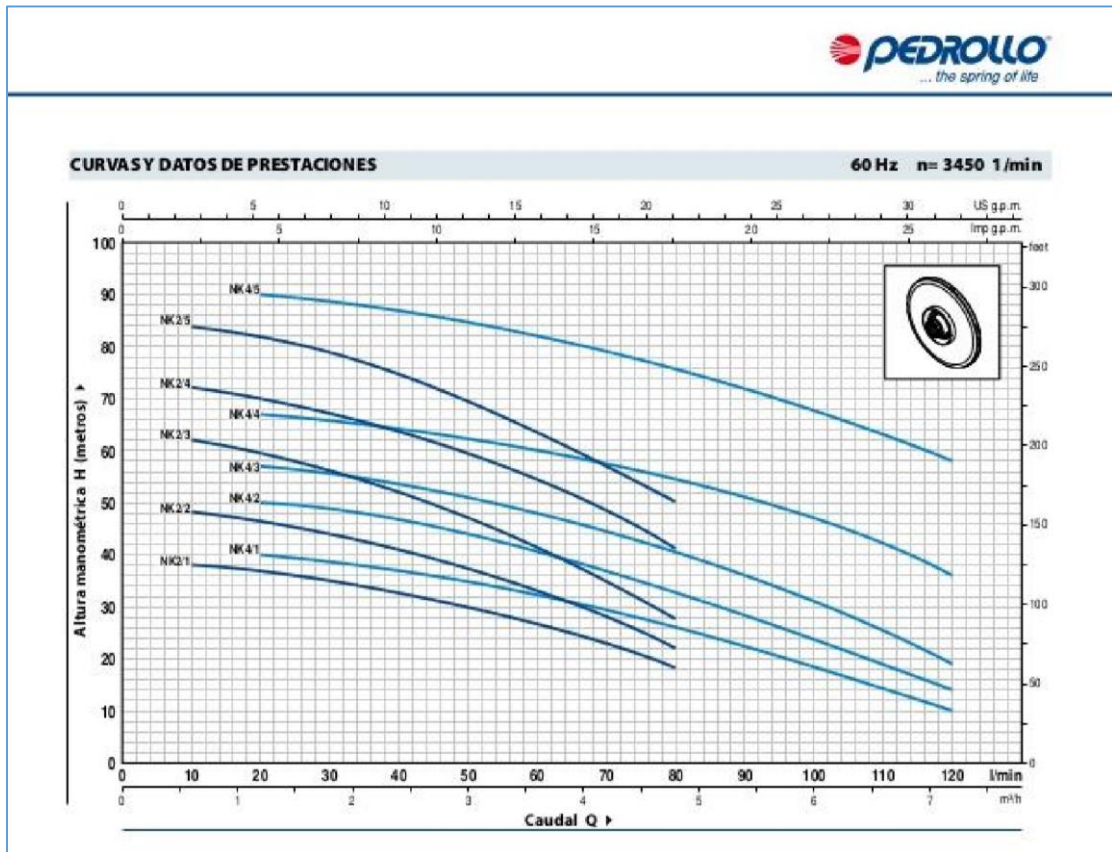


Tabla 7

VERSION CON FLOTADOR "GE"

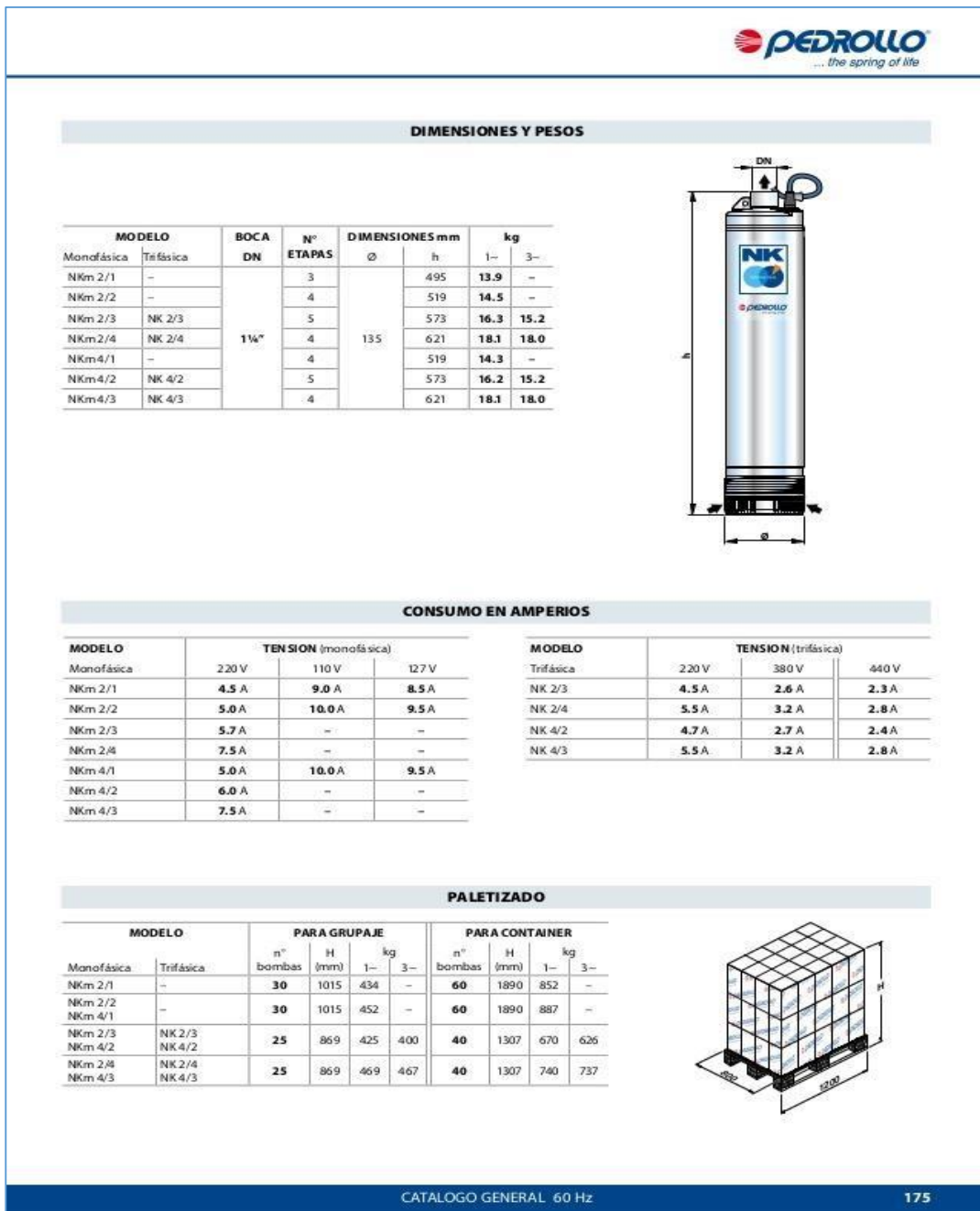
MODELO	POTENCIA		Q	H metros													
	kW	HP		0	0.6	1.2	1.8	2.4	3.0	3.6	4.2	4.8	5.4	6.0	6.6	7.2	
Monofásica				0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	
NKm 2/1 - GE	0.45	0.6		39	38	37	35	32.5	29.5	26.5	22.5	18					
NKm 2/2 - GE	0.55	0.75		50	48	46.5	43.5	41	37	33	28	22					
NKm 2/3 - GE	0.75	1		64	62	60	56	52	47	41.5	35	28					
NKm 2/4 - GE	1.1	1.5		74	72	70	67	63.5	59	54	48.5	41					
NKm 2/5 - GE	1.5	2		85	84	81	78	74	69	63.5	56.5	50					
NKm 4/1 - GE	0.55	0.75		41	-	40	38.5	37	34.5	32	29	26	22	18	14	10	
NKm 4/2 - GE	0.75	1		52	-	50	48.5	47	44	41	36.5	32.5	28	23.5	18.5	14	
NKm 4/3 - GE	1.1	1.5		58	-	57	55	54	51	48	44	40	35.5	31.5	25	19	
NKm 4/4 - GE	1.5	2		68	-	67	66	64	62	60	57	55	51	47	42	36	
NKm 4/5 - GE	2.2	3		92	-	90	89	87	84	82	79	75	72	68	63	58	

Q = Caudal H = Altura manométrica total Tolerancia de las curvas de prestación según EN ISO 9906 Grade 3.

El modelo seleccionado es la monofásica NKm 2/5.GE; de 1.5 kW

- P= 1.5 kW
- Q= 80 L/min
- Tensión= 220 V
- Intensidad de corriente= 5 Amp

Figura 1 6



El aerogenerador de 2 kW, genera la energía eléctrica en el alternador para luego enviarlo al banco de baterías, sin embargo, la carga se realiza de manera gradual durante las horas de giro, que en su máxima expresión será de 4 horas.

Por lo tanto, la energía total en un día que el alternador genera será de $2 \times 4 = 8 \text{ kW-h}$, la cual se almacena en los bancos de batería, que tendrá dicha capacidad de almacenamiento.

➤ **Selección del banco de baterías c (a-h)**

$$C = \frac{E}{V \times P_d} (A - h)$$

Dónde.

C: Intensidad de corriente en el tiempo (A-H) E: Energía eléctrica almacenada.

V: Tensión de la batería: 12 voltios.


Pd: Factor de diseño: 0.9

$$C = \frac{8000}{12 \times 0.9} (A - h)$$


$$\underline{C = 740.74 (A - h)}$$

La cantidad de amperios hora que requiere el sistema es de 740.74, para lo cual se selecciona 4 baterías de 200 amperios horas, las baterías seleccionadas es de marca RITAR, modelo RA12-200 (12V200AH), la cual cumple con los datos tomados para nuestro cálculo.

Figura 17




RA12-200 (12V200Ah)




RA12-200 is a general purpose battery with 10 years floating design life, meet with IEC, JIS .BS and Eurobat standard. With heavy duty grid, thickness plates, special additives, RA series battery have long and reliable standby service life. Our RA Series batteries keep high consistent for better performance in series usage.

Specification


Cells Per Unit	6
Voltage Per Unit	12
Capacity	200Ah@10hr-rate to 1.80V per cell @25°C
Weight	Approx. 60.0 Kg
Max. Discharge Current	2000A (5 sec)
Internal Resistance	Approx. 4 mΩ
Operating Temperature Range	Discharge: -20°C~60°C Charge: 0°C~50°C Storage: -20°C~60°C
Normal Operating Temperature Range	25°C ±5°C
Float charging Voltage	13.6 to 13.8 VDC/unit Average at 25°C
Recommended Maximum Charging Current Limit	60 A
Equalization and Cycle Service	14.6 to 14.8 VDC/unit Average at 25°C
Self Discharge	RITAR Valve Regulated Lead Acid (VRLA) batteries can be stored for more than 6 months at 25°C. Self-discharge ratio less than 3% per month at 25°C. Please charge batteries before using.
Terminal	Terminal F10
Container Material	A.B.S. (UL94-HB). Flammability resistance of UL94-V1 can be available upon request.





MH28539



04M20206-0910-E-16



ISO9001:2000 Certificate

ESPECIFICACIONES TÉCNICA

Parámetros eléctricos

		TS-MPPT-45	TS-MPPT-60
• Corriente máxima de batería		45 amp.	60 amp.
• Entrada nominal máxima del panel	12 Voltios	600 Watts	800 Watts
	24 Voltios	1200 Watts	1600 Watts
	48 Voltios	2400 Watts	3200 Watts

	TS-MPPT-45 y TS-MPPT-60
• Rendimiento pico	99%
• Voltaje nominal del sistema	12, 24, 36 o 48 VCC
• Voltaje máximo del panel a circuito abierto	150 VCC
• Rango de voltaje de servicio de batería	8-72 VCC
• Consumo propio máximo	2.7 Watts
• Protección contra picos transitorios	4500 Watts/conector

Protecciones electrónicas

- Panel solar: Sobrecarga, cortocircuito, alto voltaje
- Batería: Alto voltaje
- Alta temperatura
- Descargas atmosféricas y picos transitorios

Carga de batería

- Algoritmo de carga 4 etapas
 - Etapas de carga Principal (a corriente constante), absorción, flotante, ecualización (balance de carga)
 - Compensación de temperatura
 - Coeficiente $-5 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}/\text{celda}$ (25° de ref.)
 - Rango $-30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a $+80 \text{ }^{\circ}\text{C}$
 - Selector de carga Absorción, flotante, ecualización, HVD
- Nota: Incluye sensor remoto de temperatura.

Características físicas

- Dimensiones 29.1 x 13.0 x 14.2 cm
11.4 x 5.1 x 5.6 pulgadas
- Peso 4.2 kg / 9.2 libras
- Medida máxima del conductor 35 mm² / 2 AWG
- Aberturas para conductos M20; ½, 1, 1-¼ pulgadas
- Caja Tipo 1 (para interiores, ventilada)
IP20

➤ **Selección del inversor**

Como bien sabemos la carga a alimentar es la electrobomba de 1,4 kW, pero como se sabe todo motor al momento del arranque tiene una corriente de pico (corriente de arranque o corriente a plena carga). Es decir, el inversor no solamente debe estar preparado para soportar los 1,4 kW, sino que debe estar preparado para soportar esa corriente de pico que dura milésimas de segundos.

Los inversores se han hecho baratos y eficientes, los sistemas de bombeo solar usan inversores especiales sinusoidales, lo cual optimiza su emparejamiento con el panel o baterías y la bomba, y que soporte esta corriente que dura menos de un segundo.

Selección del inversor

Esto nos quiere decir que el inversor que elijamos no solo debe estar preparados para la In que es de 17 A, este debe estar preparado para la corriente a plena carga que según el CNE.

Así tenemos la siguiente Tabla de Inversores marca Energit, power inverter dc to ac, según iso9001:2000 rohs.

Tabla 8

Catálogo inversor energit	Potencia Nominal	200W	300W	400W	500W	600W	700W	800W	900W	1000W
	Corriente Nominal	1A	1.6A	2.1A	2.7A	3.2A	3.8A	4.3	4.8	5.4
	Potencia Pico	400W	600W	800W	1000W	1200W	1400W	1600W	1800W	2000W
	Corriente Pico	2.1A	3.2A	4.3A	5.4A	6.4A	7.6A	8.6A	9.6A	10.8A
Selección de Inversores según Corriente de a plena carga.										

Según nuestro requerimiento tendremos que elegir dos inversores en paralelo de Potencia Nominal de 800W Según ISO9001:2000, ya que este cumple con los parámetros de funcionamiento.

El inversor se encarga de transformar la corriente DC en AC, es por ello que se debe dimensionar por la potencia que se transmite.

Tabla 9

INVERSOR	
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)
Potencia cont. de salida 25 oC (VA) (2)	3000
Potencia cont. de salida 25 oC (W)	2500
Potencia cont. de salida 40 oC (W)	2200
Pico de potencia (W)	6000
Eficacia máx. 12/ 24 /48 V (%)	93 / 94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	15 / 15 / 16
Consumo en vacío en modo AES (W)	10 / 10 / 12
Consumo en vacío modo Search (W)	4 / 5 / 5

Datos del inversor seleccionado

➤ Dimensionamiento de conductores

Conductor del generado al controlador

La corriente que se genera como corriente alterna a 220 voltios se determina mediante la expresión:

$$I = \text{Potencia Activa} / (\text{Tensión} \times \text{Factor de Potencia})$$

$$I = 2000 / (220 * 0.9).$$

$$I = 10.10 \text{ Amperios.}$$

El conductor debe soportar una corriente mayor a la corriente de cortocircuito (Isc) del generador eléctrico que es de 10.1A. Por lo que se elegirá de INDECO el conductor NLT 2x14.

- **Conductor del Controlador a la Batería.**

Este conductor debe de soportar como mínimo el paso de 10.1 A, ya que ese es el amperaje aproximado que estará entregando por el alternador y que es controlado por el regulador.

Entonces seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

- **Conductor de la Batería al Inversor.**

El calibre de este conductor debe ser igual al calibre que se utiliza para la conexión de la electrobomba al Interruptor Termomagnético.

Seleccionamos de INDECO el conductor NLT 2x14.

Tabla N° 10

Catálogo INDECO	INDECO		TABLA DE DATOS TECNICOS NLT						
	empresa Nexans		DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*	
	CALIBRE	SECCION NOMINAL		N° HILOS	AISLAMIENTO				CUBIERTA
	N°xAWG	mm ²	mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A	
	2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
	2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
	2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
	3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
	3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
	3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
	4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
	4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15

Datos Técnicos NLT.

- **Dimensionamiento de conductores de la bomba sumergible** Para seleccionar el cable sumergible adecuado se debe conocer la tensión de operación del Motor y su consumo en Amp, así como la longitud que tendrá el cable a instalar.

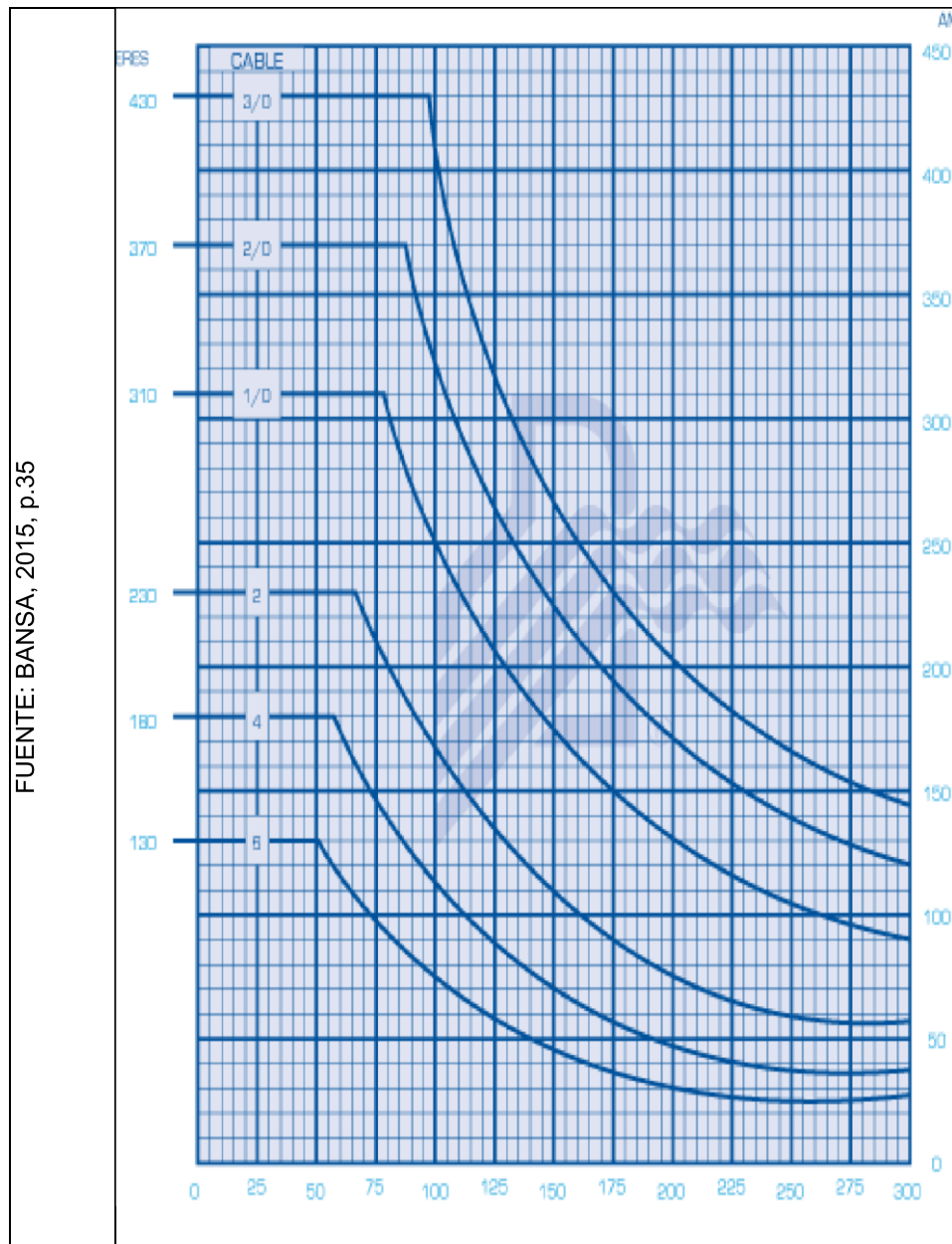
Datos:

Tensión= 220 V Intensidad total = 25 Amp.

Longitud total del cable= 90 mts.

Ahora seleccionamos el calibre de los conductores, teniendo en cuenta el grafico siguiente de conductores sumergibles:

Figura 18



Gráfica para la selección del calibre de conductores

Ahora consultamos la figura 17 de “Amperajes en cables sumergibles”, para 220 Volts y observamos que el calibre 6 permite transportar los 25 Amperes hasta una longitud de 90 metros sin caída de tensión, por lo tanto este es el cable que debemos utilizar para no sobrepasar los 2,5% de caída de tensión establecidos para derivaciones por la NTCSE.

Cálculo por caída de tensión.

La ecuación que determina la caída de tensión en un conductor eléctrico es:

$$\Delta V = \frac{2 * \rho * L * I * \cos\theta}{S * V}$$

Donde.

ΔV : Caída de tensión en voltios

ρ . Resistividad Eléctrica 0.0171 Ohm · mm²/m

L: Longitud del circuito, 90m

I: Intensidad de Corriente en Amperios.

$\cos\theta$: Factor de Potencia, 0.9 Inductivo,

S: Sección del conductor en 2.08mm² V: Tensión del circuito, 220 V

Reemplazando valores, se tiene:

$$\Delta V = \frac{2 * 0.0171 * 90 * 10 * 0.9}{2.08 * 220} = 0.06$$

En términos porcentuales será de 0.06 / 220 = 0.027%

Equipo de protección.

Interruptor Termomagnético de 2x25A

El interruptor Termomagnético o denominado también llave térmica se utiliza para proteger un circuito eléctrico contra cortocircuitos y sobrecargas. Las características constructivas lo hacen para brindar protección térmica y magnética en las instalaciones donde las corrientes normales superan los 100 A. El diseño de la caja cinemática del interruptor termo magnético lograr independizar la velocidad de apertura y cierre de los contactos respecto a la velocidad de maniobra de la palanca.

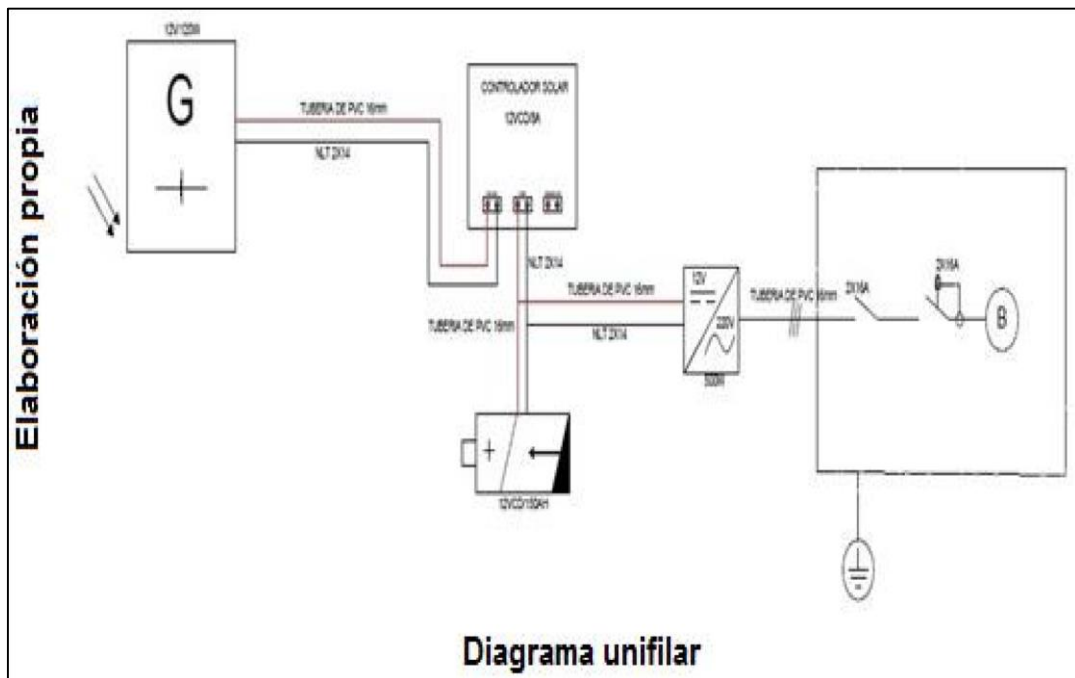
Figura 19



Interrupor Diferencial Ultrasensible 2x25A

La protección diferencial de los interruptores diferenciales es independiente de la tensión de alimentación y posee seguridad intrínseca, es decir que ante la aparición de una fuga a tierra está asegurado su correcto funcionamiento.

Figura 20



Dispositivos Puesta a Tierra.

Borne principal de tierra

La conexión al borne principal de tierra, debe realizarse de forma de poder desconectarse individualmente cada conductor conectado al mismo. Esta conexión además se realiza de forma que su remoción solo debe ser posible por medio de una herramienta. En algún caso puede ser necesario instalar más de un borne o barra principal de tierra para realizar las conexiones indicadas. En este caso los conductores de tierra se conectan todos a la misma toma de tierra

Cálculo de conductor puesta a tierra

Sección de los conductores de fase de la instalación S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de protección S _{PE} (mm ²)
	Si el conductor de protección es del mismo material que el conductor de fase
S ≤ 16	S
16 < S ≤ 35	16
S > 35	$\frac{S}{2}$

$$S = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

Donde,

S es la sección del conductor en mm²,

I es el valor eficaz en Amperios de la corriente de defecto a tierra, que puede circular por el conductor de protección, (Hasta 50 Amperios) t es el tiempo de funcionamiento del dispositivo de corte, en segundos, k es un factor que depende del tipo de material del conductor de protección, del tipo de aislamiento y de las temperaturas inicial y final.

Esta expresión es aplicable para tiempos de desconexión que no excedan los 5s

Aislamiento del conductor	Temperatura (°C)		Material del conductor
	Inicial	Final	Cobre
			Valores de k
PVC 70 °C ($S \leq 300 \text{ mm}^2$)	30	160	143
PVC 70 °C ($S > 300 \text{ mm}^2$)	30	140	133
EPR o XLPE 90 °C	30	250	176

Se selecciona un conductor eléctrico de 16 mm^2 .

3.4. Evaluación económica del proyecto, utilizando indicadores económicos como son Tasa Interna de Retorno, Valor Actual Neto, Relación Beneficio costo

3.4.1. Inversión Inicial del Proyecto.

Tabla 11

N°	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/)
1	Soporte de estructura metálica ángulo 2 x2 x3/16" de turbina eólica	Unidad	1	260	260
2	Turbina eólica 2kW	Unidad	1	560	560
3	Alternador de 4 pares de polos	Unidad	1	380	380
4	Regulador de carga /Inversor	Unidad	1	180	180
5	Batería 12 V -200	Unidad	4	180	720
6	Tablero de control, incluye interruptor temomagnético	Unidad	1	220	220
7	Electromba sumergible 1.5 Kw, con control de nivel	Unidad	1	430	430
8	Cable N° 14	Rollo de 100	3	80	240
Total					2990

Inversión inicial del proyecto.

Ingresos

Los ingresos que genera el proyecto de inversión, está dado por dos factores:

- a) Abastecimiento constante de agua para servicios higiénicos y lavado de ropa, que, comparado con el sistema convencional, el recibo por servicio de agua es de 40.00 Nuevos Soles Mensuales.
- b) Incremento de la producción de los cultivos a pequeña escala; se estima que el poblador tiene una utilidad aproximada de 2500 Nuevos Soles al año; sin embargo, al tener el servicio de agua para el regadío oportuno, sus ingresos se incrementan en 30%, es decir, tendrá un incremento al año de 750 Nuevos Soles anuales, que significan 62.50 Nuevos Soles.
- c) También se estima que existe un ahorro económico en cuanto actualmente la labor de extracción de agua es manual, por lo que en promedio un habitante se valoriza su trabajo en 2400 Nuevos Soles Anual, es decir 200 Nuevos Soles mensuales.

Por lo tanto, se tiene que el proyecto de inversión garantiza un ingreso de $40 + 62,5 + 200 = 302.5$ Nuevos Soles

Egresos

Se consideró un costo mensual de S/. 50.00, que incluirán labores de mantenimiento como limpieza del sistema eólico, lubricación de piezas móviles y re-ajuste de pernería, estas labores se pueden realizar por el mismo usuario, de tal modo no incurre un gran costo.

Flujo de caja

El flujo de caja del proyecto se plantea una inversión en 3 años (36 meses)

Tabla 12

Item / Mes	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Inversión Inicial (S/.)	2990																		
Ingresos (S/.)		302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento		50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Reposición						200						200						200
Utilidad (S.)		252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	52.5	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	52.5	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	52.5

Item / Mes	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Inversión Inicial (S/.)																		
Ingresos (S/.)	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5	302.5
Egresos (S/.)	Mantenimiento	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	Reposición						200						200					
Utilidad (S.)	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	52.5	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	52.5	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5	252.5

Flujo de Caja de Proyecto de Inversión

Valor actual neto

Se calculará el proyecto con una tasa de 3% mensual, en base a los datos de la banca financiera, para un periodo de 36 meses, la fórmula que nos permite calcular el Valor Actual Neto es:

$$VAN = \sum_{t=1}^{34} \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + 3\%)^t} - 2990 = 0$$

Mediante el uso de una hoja de cálculo se puede calcular el resultado del VAN para cada año del periodo, los cuales se muestran a continuación.

$$VAN = 4906.61 - 2990 = 1916.61 \text{ Nuevos Soles.}$$

Tasa interna de retorno

La TIR puede utilizarse como indicador de la rentabilidad de un proyecto, se utiliza como uno de los criterios para decidir sobre la aceptación o rechazo de un proyecto de inversión, la fórmula para cálculo del Tasa Interna de Retorno es:

$$\sum_{t=1}^{36} \frac{\text{Flujo de caja}_t}{(1 + TIR)^t} = 2990$$

$$\mathbf{TIR_{34 \text{ meses}} = 7.00\%}$$

La tasa de rendimiento es mayor a la tasa utilizada en el cálculo del VAN (7%), el cual indica que es rentable el proyecto.

IV. DISCUSIÓN

La presente tesis, realizó un análisis detallado de la factibilidad de utilización de energía solar para accionar la electrobomba sumergible en los pozos tubulares en algunos casos existentes en la zona, logrando establecer que si es rentable dentro del contexto en el cual se comparó el trabajo de investigación.

CRESPO (2011), mencionó que en la zona para estudio de aerogeneradores no recibió vientos constantes o una velocidad promedio suficiente para la obtención de la energía esperada, lo cual no permitió obtener suficientes datos que demuestren la eficiencia del aerogenerador.

En relación a ello, se puede mencionar que no solo se valoró los valores de velocidad de viento en estaciones meteorológicas cercanas, sino que en Pimentel, se realizó la labor de medición de acuerdo al protocolo establecido; por lo tanto la investigación tiene mayor acercamiento a la realidad, en cuanto al potencial eólico.

GONZALES (2007), analizó que parte de la necesidad de un sistema de calefacción eléctrica en lugares remotos donde estar conectados a la red de electricidad local es imposible por motivos de inviabilidad económica o por el simple hecho de que esta no exista; coincide la realidad encontrada en ésta tesis, en donde se ubicaron 5 viviendas alejadas 5 km del punto de alimentación eléctrica del sistema convencional, motivo por el cual, éstas viviendas ya no están comprendidas en el plan de electrificación rural, quedando la opción de la electrificación con energías renovables no convencionales.

COLOMA (2012), Este proyecto tiene su origen en la necesidad de abastecimiento de agua, necesaria para la vida y el desarrollo humano. A

pesar de que, en los países del primer mundo, este abastecimiento pueda ser algo cotidiano a lo que apenas se le presta importancia, ya que prácticamente toda la población tiene acceso a canalizaciones de agua. El abastecimiento de agua en la presente tesis en el sector rural de Pimentel se garantiza el aprovechamiento constante de agua, si se ejecuta el proyecto; el proyecto analizado no realizó el análisis de la cantidad de agua subterránea, que es motivo de otra investigación.

V. CONCLUSIONES

- Se hizo una evaluación de los consumos de agua para los fines en el cual se utiliza el agua, siendo ellos el regadío de cultivos a pequeña escala, el uso del agua para los servicios higiénicos y para el lavado de ropa, el cual significa 5,55 metros cúbicos de agua por día; el agua será almacenada en un tanque elevado existente de 6 metros cúbicos.
- Se realizó el estudio del potencial eólico, y se determinó que entre las 22.00 horas y las 02.00 horas del día siguiente, existe el mayor registro de velocidad, con valores superiores a 6 metros por segundo; en el periodo comprendido entre la 18.00 y las 03.00 del siguiente día, se tuvo una media de velocidad de 5,78 m/s; lo cual garantiza la operatividad de la turbina eólica en por lo menos cuatro horas por día.
- Se hizo la selección de la turbina eólica, la cual tiene una potencia instalada de 2.0 Kw, potencia que garantiza el accionamiento de la electrobomba de 1,4 Kw. La energía que recibe el motor eléctrico de la bomba, no es directamente del alternador; sino que es necesario su almacenamiento en 4 baterías de 200 Amperios – horas.
- El Valor Anual Neto del proyecto es de 1916.61, la Tasa Interna de Retorno es de 7%, la inversión inicial es de 2990 Nuevos Soles, en un periodo de 36 meses.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda, realizar mediciones de otras variables climatológicas, por decir temperatura ambiente, presión atmosférica, humedad relativa, para de esa manera, tener un estudio más exacto, y analizar la influencia por decir de la corrosión en los elementos metálicos del proyecto.
- Se recomienda utiliza cultivos de bajos requerimientos hídricos, debido a que algunos cultivos que realizan los pobladores del sector rural, tienen requerimientos altos de agua.
- Por ser un proyecto netamente privado, se recomienda acceder también a instituciones del estado, en el cual la tasa de interés bancario sea menor, quizás cercana a la tasa de interés social.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ATLAS EÓLICO DEL PERÚ. “Implementación del Sistema Digital para evaluación preliminar del Potencial de Recurso Eólico – VIENTOGIS”. Lima, 2014, 123pp.

AGUILAR Darío. “Diseño y construcción de un prototipo aerodinámico de aerogenerador a sotavento de 80 w con palas no linealizadas” Centro de Desarrollo e Investigación en Termofluidos CEDIT. 2014, 128pp.

AVELLANEDA José. “Estudio del potencial de generación de energía eólica en la zona del páramo de chontales, municipios de Paipa y Sotaquirá. Departamento de Boyacá. José Alfonso Avellaneda Cusarúa” Maestría en Ingeniería con énfasis en Energías Alternativas. Bogotá. 2012, 212pp.

BAYÓN Roberto, CEBADERA Laura, DEL CASTILLO Raquel. Diseño de un parque eólico de 6 Mw en Malpica de Bergantiños, la Coruña. Madrid – España. Escuela de Organización industrial – Escuela de negocios. 2013. 71 pp.

CARCHENILA Carlos. Parque eólico Cassino. Tesis, (Ingeniero de minas).

Universidad Politécnica de Madrid. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas. 2013. 261 pp

CORNEJO Alonso. “Evaluación Técnica y Económica Para la Generación de Energía Eléctrica Híbrido Eólica – Solar para la Comunidad De San Luis en el Distrito de Pimentel, Región Lambayeque” Universidad “César Vallejo” Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica. 2010, 112pp.

COTAN, Santiago. Valoración de impactos ambientales. INERCO. Sevilla. 2011, 89 pp.

CHAPMAN. Máquinas Eléctricas Rotativas, México 2012, 345pp.

GLOBAL WIND ENERGY COUNCIL (GWEC) P. 284, 2014.

LÓPEZ Gabriel. Propuesta para asimilar la tecnología de construcción y operación de parques eólicos. Tesis (Ingeniero Industrial). Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ingeniería. México D.F. 2011. 116 pp.

MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS, Balance Nacional de Energía. 2014. Lima, 2014. 142 pp.

MOLINERO, Alberto. Proyecto de un parque eólico, Universidad de Madrid. España. Escuela técnica superior de ingeniería (ICAI). 2010, 236 pp.

Norma IEC 64100-1: Modelado del Viento en condiciones Normales. 2012, 123pp.

ONU, División de Desarrollo Sostenible del Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas, 2015

ORTIZ Jorge. Investigación titulada “Estudio De Factibilidad Para La Instalación De Una Central Eólica”, de la Escuela Politécnica Nacional. Tesis Facultad De Ingeniería Eléctrica. Quito, Ecuador, 2013.

PITTELOUD Daniel, Association World Wind Energy. Venezuela, 2013.

POLONCO Pablo. Lineamientos para el desarrollo de parques eólicos en Guatemala. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil. 2012, 208 pp.

VARGAS Luis y ACEVEDO Santiago. “Viabilidad técnica – económica, en el uso de energía solar y eólica para generar energía eléctrica, en los centros poblados: La Escalera, Zapotal, Pampa Rume, Botijilla y Shita Baja del distrito de Salas Provincia Lambayeque, Región Lambayeque”. Tesis, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica – Lambayeque. 2014

ANEXOS

Guía de Observación

TESIS: DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA SUMINISTRO DE ENERGIA A UN SISTEMA CONVENCIONAL DE BOMBEO DE AGUA PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES – PIMENTEL.

AUTORES: SALAZAR RUBIO SHET / YZASIGA CÓRDOVA ALDO RENATO.

INSTRUCCIONES: REALICE LAS MEDICIONES DE LA VELOCIDAD DEL VIENTO, DE ACUERDO A PROTOCOLO DE PRUEBAS.

Día: 01 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.54	5.65	6.12	6.15	6.23	6.27	6.31	6.43	6.24	6.12
Segunda Medición	5.45	5.67	6.12	6.17	6.31	6.21	6.32	6.49	6.32	6.19
Promedio	5.50	5.66	6.12	6.16	6.27	6.24	6.32	6.46	6.28	6.16

Día: 01 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.56	5.67	6.14	6.17	6.25	6.31	6.33	6.45	6.27	6.17
Segunda Medición	5.59	5.61	6.18	6.19	6.14	6.28	6.21	6.32	6.22	6.13
Promedio	5.57	5.64	6.16	6.18	6.19	6.30	6.27	6.38	6.25	6.15

Día: 08 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.58	5.69	6.16	6.19	6.27	6.33	6.39	6.47	6.29	6.22
Segunda Medición	5.61	5.35	6.21	6.29	6.29	6.23	6.41	6.12	6.01	6.12
Promedio	5.59	5.52	6.19	6.24	6.28	6.28	6.40	6.30	6.15	6.17

Día: 08 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.83	5.95	6.44	6.54	6.56	6.54	6.68	6.54	6.31	6.34
Segunda Medición	5.76	6.03	6.35	6.45	6.57	6.61	6.58	6.42	6.23	6.22
Promedio	5.79	5.99	6.39	6.50	6.56	6.58	6.63	6.48	6.27	6.28

Día: 15 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.89	6.00	6.50	6.51	6.62	6.60	6.61	6.51	6.34	6.31
Segunda Medición	5.71	5.92	6.43	6.43	6,5º	6.51	6.53	6.43	6.29	6.34
Promedio	5.80	5.96	6.47	6.47	6.62	6.56	6.57	6.47	6.32	6.33

Día: 15 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.94	6.06	6.56	6.52	6.61	6.61	6.63	6.53	6.41	6.31
Segunda Medición	5.86	5.93	6.42	6.43	6.53	6.45	6.51	6.42	6.38	6.29
Promedio	5.90	5.99	6.56	6.48	6.57	6.53	6.57	6.48	6.40	6.30

Día: 22 Julio 2015	Velocidad del viento a 6 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.99	6.11	6.49	6.51	6.54	6.61	6.55	6.53	6.41	6.44
Segunda Medición	5.83	6.03	6.32	6.41	6.45	6.51	6.43	6.51	6.32	6.32
Promedio	5.91	6.07	6.41	6.46	6.50	6.56	6.49	6.52	6.37	6.38

Día: 22 Julio 2015	Velocidad del viento a 7 metros de altura									
	Hora de Medición									
	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	01.00	02.00	03.00
Primera Medición	5.88	6.12	6.34	6.43	6.45	6.43	6.43	6.39	6.35	6.21
Segunda Medición	5.81	6.15	6.29	6.48	6.39	6.51	6.39	6.31	6.32	6.22
Promedio	5.85	6.14	6.32	6.46	6.42	6.47	6.41	6.35	6.34	6.22

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

Profesión:

Grado académico:

Actividad laboral actual:

INDICACIONES AL EXPERTO.

En la tabla siguiente, se propone una escala del 1 al 5, que va en orden ascendente del desconocimiento al conocimiento profundo. Marque con una “X” conforme considere su conocimiento sobre el tema de la tesis evaluada.

1	2	3	4	5
Ninguno	Poco	Regular	Alto	Muy alto

1 Sírvase marcar con una “X” las fuentes que considere han influenciado en su conocimiento sobre el tema, en un grado alto, medio o bajo.

FUENTES DE ARGUMENTACIÓN	GRADO DE INFLUENCIA DE CADA UNA DE LAS FUENTES EN SUS CRITERIOS		
	A (ALTO)	M (MEDIO)	B (BAJO)
Análisis teóricos realizados. (AT)			
Experiencia como profesional. (EP)			
Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN)			
Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE)			
Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP)			

Firma del experto

Anexo 02 – Ficha técnica Cables INDECO



TABLA DE DATOS TECNICOS NLT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 18	2x0.82	24	0.204	0.6	0.8	6.8	61	10
2 x 16	2x1.31	24	0.255	0.7	0.8	7.8	83	15
2 x 14	2x2.08	39	0.255	0.8	0.9	9.2	120	20
3 x 18	3x0.82	24	0.204	0.6	0.8	7.2	73	7
3 x 16	3x1.31	24	0.255	0.7	0.9	8.5	104	10
3 x 14	3x2.08	39	0.255	0.8	1.1	10.2	155	15
4 x 16	4x1.31	24	0.255	0.7	1	9.4	128	10
4 x 14	4x2.08	39	0.255	0.8	1.1	11.1	186	15

TABLA DE DATOS TECNICOS NMT

CALIBRE	SECCION NOMINAL	N° HILOS	DIAMETRO HILO	ESPEORES		DIAMETRO EXTERIOR	PESO	AMPERAJE*
				AISLAMIENTO	CUBIERTA			
N°xAWG	mm²		mm	mm	mm	mm	Kg/Km	A
2 x 12	2x3.31	61	0.255	0.8	1.1	10.5	164	25
2 x 10	2x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12	226	30
3 x 12	3x3.31	61	0.255	0.8	1.1	11.2	204	20
3 x 10	3x5.26	98	0.255	0.8	1.2	12.7	285	25
4 x 12	4x3.31	61	0.255	0.8	1.2	12.4	251	20
4 x 10	4x5.26	98	0.255	0.8	1.4	14.3	358	25

(*) Temperatura ambiente: 30 °C

e-mail / ventas@indecocom.pe / marketing@indecocom.pe / web / www.indecocom.pe

- 2 -

Todos los dibujos, diseños, especificaciones, planos y detalles sobre pesos y dimensiones contenidos en la documentación técnica o comercial de INDECO, son puramente indicativos y no serán contractuales para INDECO, ni podrán ser consideradas como que constituyen una representación de la parte de INDECO.

ENTREVISTA

TESIS: DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA SUMINISTRO DE ENERGIA A UN SISTEMA CONVENCIONAL DE BOMBEO DE AGUA PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES – PIMENTEL.

ALUMNOS: Salazar Rubio Shet - Yzasiga Córdova Aldo Renato

LUGAR: PIMENTEL

Instrucciones: Se presentan 06 preguntas, el cual se realizará a un especialista en Recursos Renovables no Convencionales, quién debe responder de manera precisa, si tuviera información complementaria, anexar a ésta entrevista.

Nombre del Especialista:

1. ¿Cómo influye la generación eólica en la matriz energética nacional?
2. ¿Cómo se va a cubrir la electrificación rural en los próximos años en el Perú?
3. ¿Existen proyectos de energía eólica en Chiclayo? ¿Cuáles?
4. ¿Cuánto debería ser el precio del KW-Hora producido con energía eólica para que el precio pueda competir con la energía convencional?
5. ¿Existe proveedores en la región de equipos para la generación de energía eólica?
6. ¿Conoce la existencia de empresas que se autoabastecen de energía eólica

ENTREVISTA RESUELTA

TESIS: DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA SUMINISTRO DE ENERGIA A UN SISTEMA CONVENCIONAL DE BOMBEO DE AGUA PARA EDIFICACIONES RESIDENCIALES – PIMENTEL

ALUMNOS: Salazar Rubio Shet - Yzasiga Córdova Aldo Renato

LUGAR: PIMENTEL

Instrucciones: Realizar el registro de los consumidores de energía eléctrica, de acuerdo a datos de placa, e indicar la tensión, potencia, índices de protección y estado de conservación

Nombre del Especialista: Ing. Villalobos Cabrera Jony

Especialista Técnico del Gobierno Regional, Gerencia de Energía y Minas

1. ¿Cómo influye la generación eólica en la matriz energética nacional?

Con el mapa eólico se ha mostrado el gran potencial que el país tiene, fundamentalmente en la costa. Estas subastas especiales para las energías alternativas, como la eólica, califican para un MDL programático que el Perú debe desarrollar, optimizando su rentabilidad y acelerando la gestión para la construcción de los parques eólicos. Ha sido un gran paso la primera subasta de energías alternativas, se ha evidenciado que muchas críticas y objeciones, se basan en el desconocimiento de las nuevas tecnologías. De acuerdo a lo prescrito por el D. Leg. 1002 y su reglamento, se estipula que se asignará el 5% de la demanda anual de electricidad para ser cubierto por las Energías Convencionales no Renovables (ERNC), representadas universalmente por la eólica, solar fotovoltaica, solar térmico, biomasa, mini hidráulica (menor de 20 Mw) y geotérmica.

2. ¿Cómo se va a cubrir la electrificación rural en los próximos años en el Perú?

La electrificación rural en el futuro y en especial de aquellos lugares aislados de difícil acceso, va a ser cubierto con programas e incentivos para la puesta en operación de proyectos, como por ejemplo con la operación de Pequeños Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios (PSFD), la promoción del FOSE como

pieza clave de la sostenibilidad y asequibilidad por lo cual los usuarios pagaran menos de lo que se gastaban antes.

3. ¿Existen proyectos de energía eólica en Chiclayo? ¿Cuáles?

Si existen, en febrero del presente año Osinergmin aprobó 13 proyectos de generación renovable. Estos proyectos aportarán al sistema eléctrico 1 739,2 GW.h/año, lo que implica el 99,38% de la energía solicitada y a un precio inferior al máximo establecido por Osinergmin. Osinergmin destacó que los precios adjudicados de los proyectos eólicos y solares fotovoltaicos son los más bajos de los últimos años a nivel latinoamericano. Los proyectos ganadores estarán ubicados en los departamentos de Áncash, Cajamarca, Ica, Lima, Moquegua y San Martín. La fecha referencial de puesta en operación comercial es diciembre de 2018. En total son 3 proyectos eólicos con una potencia total instalada de 162,0 MW, la energía total adjudicada es de 738,6 GWh/año.

4. ¿Cuánto debería ser el precio del KW-Hora producido con energía eólica para que el precio pueda competir con la energía convencional?

El precio del promedio para la adjudicación de proyectos de generación eólica según la última subaste debe de ser de 37,79 USD/MWh.

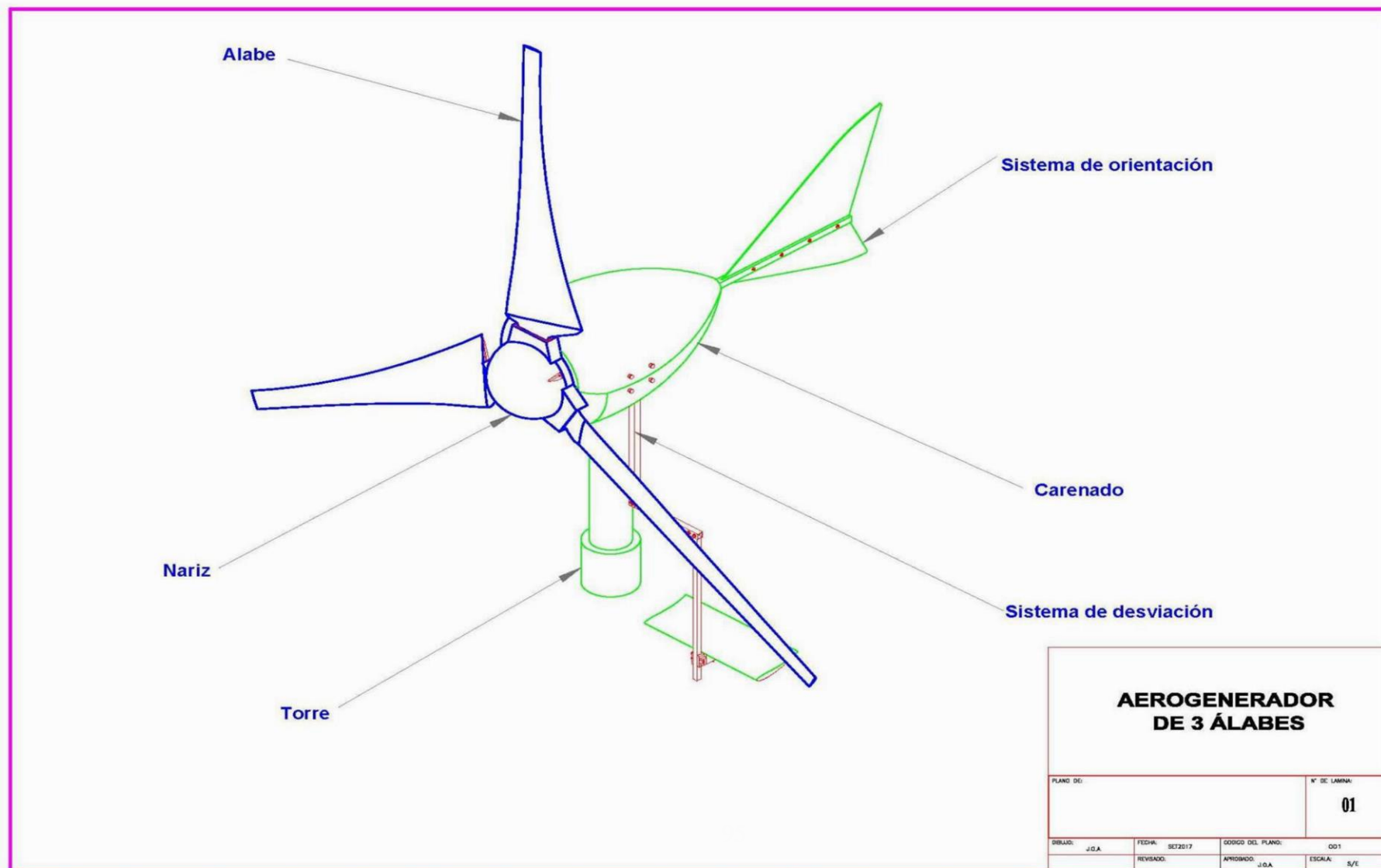
5. ¿Existe proveedores en la región de equipos para la generación de energía eólica?

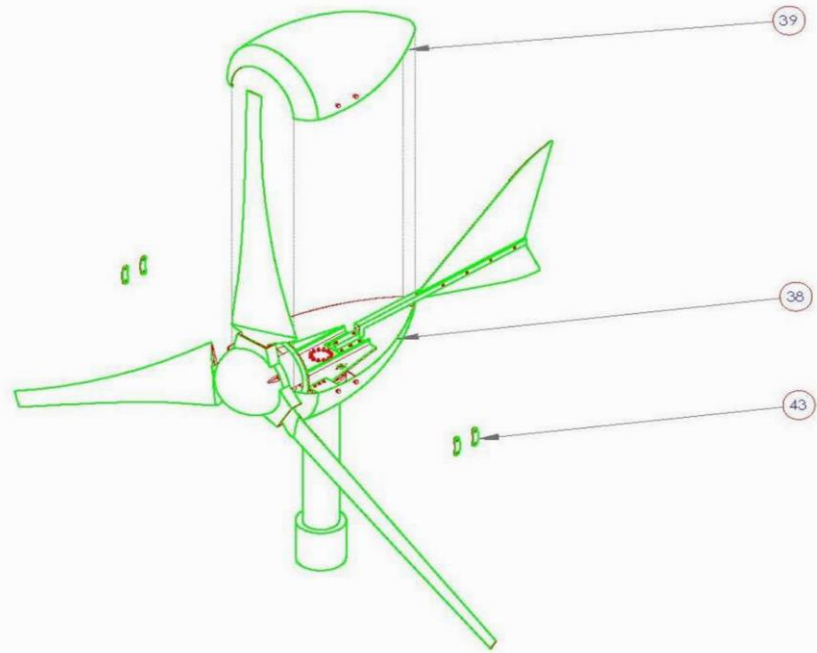
Actualmente en el Perú y Latinoamérica si existen proveedores de aerogeneradores y de equipamiento necesario para la puesta en ejecución de proyectos de mediana escala, si se requiere de equipos de mayores capacidades de generación se tiene que hacer pedido normalmente a Europa y Asia.

6. ¿Conoce la existencia de empresas que se autoabastecen de energía eólica?

Actualmente no como para ser funcionar a una pequeña industria, este tipo de tecnología de generación es utilizada mayormente para suplir la demanda del SEIN, un gran ejemplo los actuales parques eólicos que están operando en nuestro territorio. En total son cuatro los parques eólicos que operan en el país aportando 239 MW al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN).

PLANOS

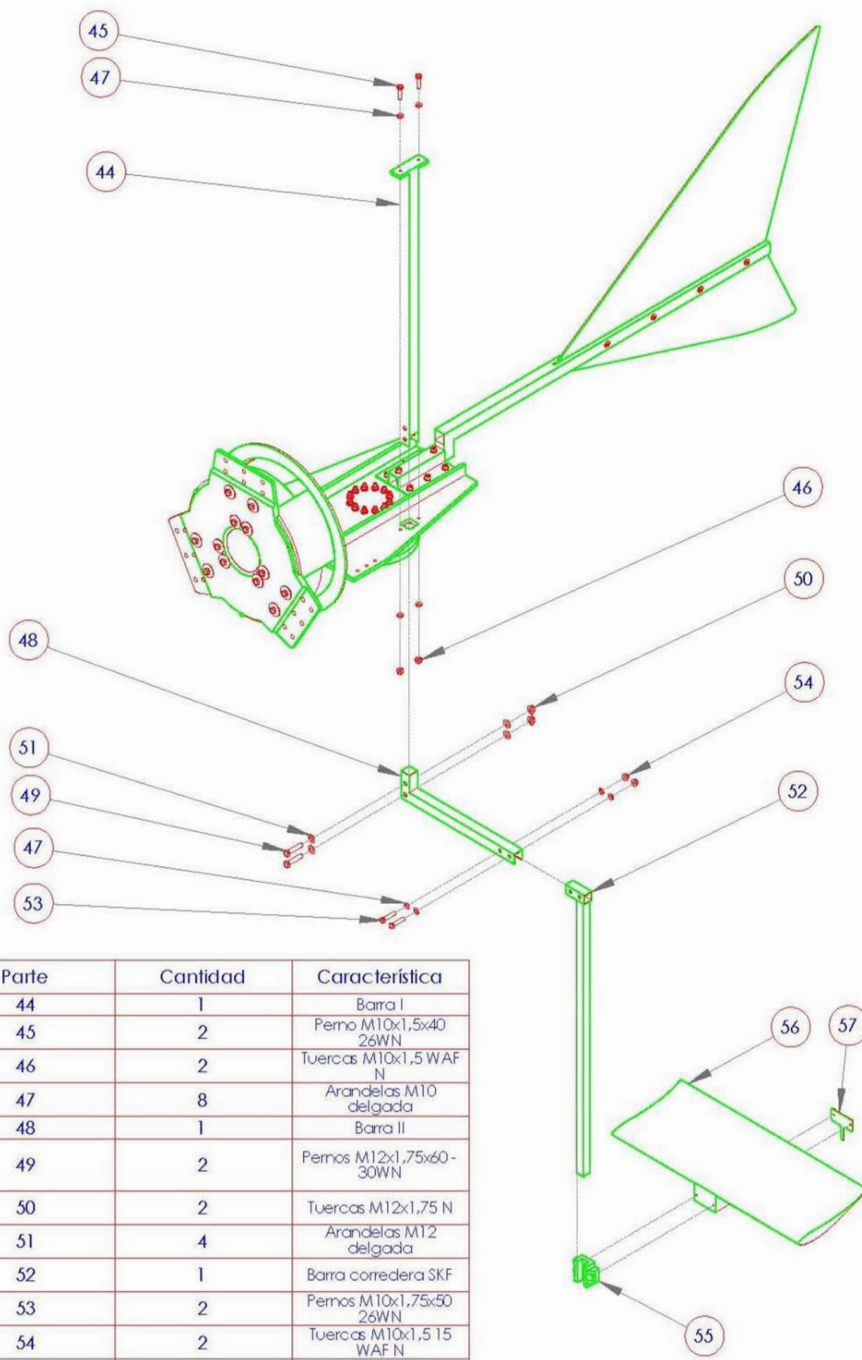




Parte	Cantidad	Característica
38	1	Carenado A
39	1	Carenado B
43	4	Ligas elásticas para la unión

**DETALLE DE LA UNIÓN
DEL CARENADO COMPLETO
DE LA MÁQUINA**

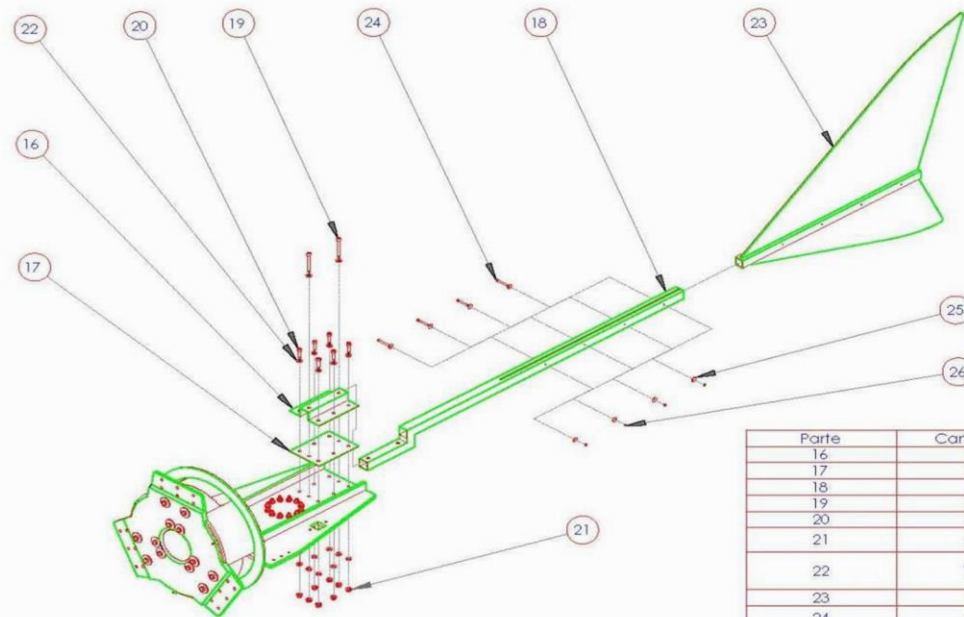
PLANO DE:		N° DE LÁMINA:	
		05	
DIBUJO:	FECHA:	CODIGO DEL PLANO:	ODS
J.O.A	SE/2017	APROBADO:	J.O.A
REVISADO:		ESCALA:	5/E



Parte	Cantidad	Característica
44	1	Barra I
45	2	Perno M10x1,5x40 26WN
46	2	Tuercas M10x1,5 WAF N
47	8	Arandelas M10 delgada
48	1	Barra II
49	2	Pernos M12x1,75x60- 30WN
50	2	Tuercas M12x1,75 N
51	4	Arandelas M12 delgada
52	1	Barra corredera SKF
53	2	Pernos M10x1,75x50 26WN
54	2	Tuercas M10x1,5 15 WAF N
55	1	Corredera SKF
56	1	Alerón de freno
57	1	Extensión alerón

DETALLE SISTEMA DE DESVIACIÓN

PLANO DE:		Nº DE LÁMINA:	
		06	
DIBUJO:	FECHA:	DISEÑO DEL PLANO:	006
J.O.A.	SET2017	J.O.A.	ESCALA: 5/E
REVISADO:		APROBADO:	



Parte	Cantidad	Característica
16	1	Placa base A
17	1	Placa base B
18	1	Estructura veleta
19	2	Pernos M10x1.5x80
20	6	Pernos M10x1.5x35
21	8	Tuercas M10x1.5 con 15WAF
22	16	Arandela de presión M10 delgada
23	1	Veleta
24	4	Pernos M5x0.8x50 16WN
25	4	Tuerca M5x0.8 D-N
26	8	Arandela de presión M5 ancha

DETALLE DE LA UNIÓN DEL SISTEMA DE ORIENTACIÓN EL CARENADO INFERIOR CON LA ESTRUCTURA

PLANO DE: _____ N° DE LÁMINA:

04

DIBAJÓ: J.G.A.	FECHA: SET2017	DISEÑO DEL PLANO: DCH
REVISADO:	APROBADO: J.G.A.	ESCALA: 5/E

