



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

**“DISEÑO DE UN SISTEMA EÓLICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA
ELÉCTRICA AL PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA - SALAS
2018”**

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

AUTOR:

MILTON HERNAN RUIZ CARRANZA

ASESOR:

MGTR..DECIDERIO ENRIQUE DIAZ RUBIO

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

GENERACIÓN, TRANSMISIÓN Y DISTRIBUCIÓN

CHICLAYO – PERÚ

2018



ACTA DE SUSTENTACION

En la ciudad de Chiclayo, siendo las 10:00 horas del día 15 de diciembre de 2018, de acuerdo a los dispuesto por la resolución de dirección de investigación N°3043-2018-UCV-CH -2018-UCV-CH, de fecha 10 de diciembre de 2018, se procedió a dar inicio al acto protocolar de sustentación de la tesis titulada: **DISEÑO DE UN SISTEMA EÓLICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA-SALAS 2018** presentado por el(la) (los) RUIZ CARRANZA MILTON HERNÁN, con la finalidad de obtener el título de Ingeniero mecánico Electricista, ante el jurado evaluador conformado por los profesionales siguientes:

Presidente : Ing. Dávila Hurtado Fredy
Secretario : Ing. Celada Padilla James Skinner
Vocal : Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique

Concluida la sustentación y absueltas las preguntas efectuadas por los miembros del jurado se resuelve:

APROBAR POR MAYORIA

Siendo las 10:45 del mismo día, se dio por concluido el acto de sustentación, procediendo a la firma de los miembros del jurado evaluador en señal de conformidad.

Chiclayo, 15 de diciembre de 2018

Ing. Dávila Hurtado Fredy
Presidente

Ing. Celada Padilla James Skinner
Secretario

Ing. Díaz Rubio Deciderio Enrique
Vocal

DEDICATORIA

A Dios y mi Familia

Dedico el resultado de esta investigación en primer lugar a nuestro Dios todo poderoso quien me dio la sabiduría para poder concretar con éxito este estudio, gracias al por guiarme y darme las fuerzas necesarias para ahora haber concluido con éxito mi carrera profesional. A mis padres mis hermanos y a mi novia Doris Fernández, a mi familia a quienes siempre me alentaron a seguir adelante y brindarme su apoyo incondicional, gracias a ellos por todo el aprecio que me tuvieron y el aliento que día con día me dieron.

Milton Hernán Ruiz Carranza

AGRADECIMIENTO

Agradecer a mi familia, y a mi novia quienes son lo más importante en mi vida y que gracias a su don de sacrificio me permitieron culminar con éxito mi carrera profesional.

A mis docentes de la UCV que con sus conocimientos pudieron encausarme en este logro de mi vida profesional y culmine con éxitos esta profesión.

Milton Hernán Ruiz Carranza

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, **Milton Hernán Ruiz Carranza**, con DNI N° 42194282, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingenierías, Escuela profesional de Ingeniería Mecánica Eléctrica, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Chiclayo, 12 diciembre de 2018



Milton Hernán Ruiz Carranza
DNI. N° 42194282

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo tengo a bien presentar ante ustedes la Tesis titulada “DISEÑO DE UN SISTEMA EOLICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA - SALAS 2018”, la misma que sometemos a vuestra consideración y esperamos que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniero Mecánico Electricista.

Milton Hernán Ruiz Carranza

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| PAGINA DEL JURADO..... | ii |
| DEDICATORIA..... | iii |
| AGRADECIMIENTO | iv |
| DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD | v |
| PRESENTACIÓN | vi |
| INDICE..... | vii |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT | xiii |
| I. INTRODUCCIÓN | 14 |
| 1.1. Realidad problemática..... | 14 |
| 1.2. Trabajos previos | 18 |
| 1.3. Teorías Relacionadas al Tema | 21 |
| 1.4. Formulación del Problema..... | 32 |
| 1.5. Justificación del estudio..... | 32 |
| 1.6. Hipótesis..... | 33 |
| 1.7. Objetivos | 33 |
| II. MÉTODO | 34 |
| 2.1. Diseño De Investigación | 34 |
| 2.2. Variables, Operacionalización | 34 |
| 2.3. Población Y Muestra | 36 |
| 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad | 36 |
| 2.5. Métodos de análisis de datos | 37 |
| 2.6. Aspectos éticos | 37 |
| III. RESULTADOS | 38 |
| IV. DISCUSIÓN..... | 73 |
| V. CONCLUSIONES..... | 75 |
| VI. RECOMENDACIONES | 76 |
| Autorización de publicaciones tesis..... | 88 |

| | |
|------------------------------------|----|
| Acta de originalidad de tesis..... | 89 |
| turnitim..... | 90 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 Potencia efectiva | 16 |
| Figura 2. Matriz energética | 17 |
| Figura 3. Anemómetro de cazoletas..... | 22 |
| Figura 4. Partes de una turbina | 26 |
| Figura 5. Energía del viento | 30 |
| Figura 6. Distribución de weibull..... | 31 |
| Figura 7. Evolución del consumo de energía..... | 42 |
| Figura 8. Mapa geográfico de Salas..... | 46 |
| Figura 9. Velocidad del viento en Salas | 47 |
| Figura 10. Dirección del viento en Salas | 48 |
| Figura 11. Evolución de la velocidad del viento..... | 51 |
| Figura 12. Turbina | 62 |
| Figura 13. Evolución financiera | 73 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| Tabla 1. Características de la velocidad..... | 24 |
| Tabla 2. Operacionalización de variables..... | 35 |
| Tabla 3. Potencia de Cargas Eléctricas..... | 38 |
| Tabla 4. Horario de uso de equipos..... | 40 |
| Tabla 5. Energía consumida durante los 7 días | 41 |
| Tabla 6. Energía consumida durante 1 día..... | 43 |
| Tabla 7. Potencia consumida durante 1 día | 44 |
| Tabla 8. Ubicación geográfica de Laguna Huanama..... | 46 |
| Tabla 9. Velocidad de viento a las 06:00..... | 49 |
| Tabla 10. Velocidad de viento a las 12:00..... | 49 |
| Tabla 11. Velocidad de viento a las 18:00..... | 50 |
| Tabla 12. Velocidad de viento a las 22:00..... | 50 |
| Tabla 13. Velocidad del viento a las 6.00 am | 52 |
| Tabla 14. Distribución d..... | 53 |
| Tabla 15. Análisis Weibull | 54 |
| Tabla 16. Velocidad del viento a las 12.00 am..... | 55 |
| Tabla 17. Distribución del..... | 55 |
| Tabla 18. Análisis probabilístico de Weibull | 56 |
| Tabla 19. Velocidad del viento a las 18.00 am..... | 57 |
| Tabla 20. Distribución dl..... | 57 |
| Tabla 21. Análisis probabilístico de Weibull..... | 58 |
| Tabla 22. Velocidad del viento a las 22.00 am..... | 59 |
| Tabla 23. Distribución de | 59 |
| Tabla 24. Análisis probabilístico de Weibull | 60 |
| Tabla 25. Técnicas de Aerogenerador | 63 |
| Tabla 26. Características Generales Del Regulador De Carga | 64 |
| Tabla 27. Características de la batería..... | 65 |
| Tabla 28. Características del inversor | 66 |
| Tabla 29. Sección transversal | 67 |

| | |
|--|----|
| Tabla 30. Costo de la inversión | 68 |
| Tabla 31. Flujo de Caja..... | 70 |
| Tabla 32. Valor actual Neto | 71 |
| Tabla 33. Tasa interna de retorno | 72 |
| Tabla 34. Amortización reducción cuota..... | 73 |

INDICE DE ANEXO

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Guía de observación | 80 |
| Anexo 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos . | 84 |
| Anexo 3. Indicaciones al experto..... | 86 |
| Anexo 4: Autorizaición de publicaciúón | 88 |

RESUMEN

La finalidad de esta investigación es Diseñar un sistema eólico para suministrar energía eléctrica al puesto de salud Laguna Huanama Salas-2018. Con respecto a la formulación tenemos: ¿Cómo podemos suministrar energía eléctrica al puesto de salud Laguna Huanama con energía renovable?, el enfoque metodológico es descriptivo y aplicado.

Se realiza un estudio del potencial eólico en la zona, en el cual se verificó mediante una metodología las velocidades del viento a una hora determinada, a diferentes alturas; en función a ello, se realizó el cálculo, diseño y selección del aerogenerador, capaz de suministrar energía eléctrica para mantener en óptimas condiciones las vacunas y poder utilizar todos los equipos con las que cuenta el puesto de salud.

Se concluye Las fuentes de energía renovables, a diferencias de los hidrocarburos y la energía nuclear, coexisten, se complementan y aportan su potencial energético sin contaminar el medio ambiente; aspecto que en la última década ha sido muy preocupante para la conservación del medio ambiente y del ser humano.

Palabras Claves: AEROGENERADOR, **Potencial Eólico**, SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA

ABSTRACT

The purpose of this research is to Design a wind generation system to supply electricity to the Laguna Huanama Salas-2018 health post. Regarding the formulation, we have: How can we supply electricity to the Laguna Huanama health post with renewable energy? The methodological approach is descriptive and applied.

A study of the wind potential in the area is carried out, in which wind speeds at a given time, at different heights, were verified using a methodology; Based on this, the calculation, design and selection of the wind turbine was carried out, capable of supplying electric power to keep the vaccines in optimum condition and to be able to use all the equipment available in the health post.

It is concluded Renewable energy sources, unlike hydrocarbons and nuclear energy, coexist, complement each other and contribute their energy potential without contaminating the environment; aspect that in the last decade has been very worrying for the conservation of the environment and of the human being.

Key Words: Wind Turbine, Wind Potential, Electric Power Supply.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

Internacional

El Centro no dispone de una subestación eléctrica particular, en su defecto cuenta con dos bancos de transformadores, compuestos, uno de ellos, por tres unidades de 50kva, y el otro, por tres unidades de 75kva, además, tiene un transformador tipo superficie de 25kva para los equipos de rayos X; estos bancos, más el transformador independiente, representan suficiente capacidad instalada para la demanda del hospital.

El panel de control o Swich general, es de la capacidad correcta y al igual que las demás instalaciones eléctricas, está funcionando de manera adecuada. Además del servicio de energía de la compañía distribuidora, el hospital cuenta con tres plantas de emergencia que ofrecen capacidad suficiente, para las necesidades del hospital, es importante destacar que una de ellas, es exclusiva para el área de rayos X. (Rosa Urania, 2013)

De acuerdo con las Naciones Unidas la parte cuarta de la población mundial, 1 600 millones, carece de electricidad , para acceder a la tecnología e infraestructura de servicios, en una era en que las naves espaciales exploran la superficie de Saturno, 2 400 millones de personas siguen cocinando y calentando sus hogares con fuentes de energía básicas como carbón, leña, biomasa estiércol y carecen de infraestructura para que tengan los servicios mínimos para su desarrollo, esto es fuerza motriz, telecomunicaciones, salud. (1)

La misma fuente señala que el acceso a los servicios modernos de energía aumenta, y la electrificación ya se aproxima al 90% en la mayoría de las regiones en desarrollo, con la excepción de Asia meridional, un 40% de los hogares cuenta con electricidad, mientras que en África sólo un poco más del 20% de los hogares tiene servicio eléctrico. En 25 años, si se mantienen los pronósticos actuales del Organismo Internacional de Energía, todavía habrá 1 400 millones de personas sin electricidad, de los cuales 584 millones viven en África al sur del Sahara.

Brasil es el país más prometedor del mundo en términos de producción en energía eólica. Actualmente cuenta con cerca de 300 megavatios, pero puede llegar a 143 000 Megavatios, según el Atlas de Potencial Eólico Brasileño.

Son 59 parques eólicos actualmente en funcionamiento, lo que le da a Brasil el liderazgo en América Latina. En los últimos 10 años, el país aumento en 15 veces su capacidad eólica. La región que más se destaca es la Nordeste: mapas eólicos desarrollados por el centro Brasileño de Energía Eólica apuntan que el área tiene uno de los mejores yacimientos del mundo, que cuentan con buena velocidad de viento, baja turbulencia y uniformidad. El potencial total se estima en 30.000MW.

En China existe un programa de electrificación rural nacional desde el 2001 basado en un mix de energías renovables entre eólica y solar para los lugares rurales, la finalidad de este programa es mejorar la calidad de vida de las personas, favorecer el desarrollo productivo y generar beneficios en las comunidades rurales de difícil acceso. (2)

Según la Asociación americana de energía eólica (AWEA) el mercado para los generadores eólicos domésticos se incrementó en un 10 % en el 2009 y un 15% en el 2010 en los Estados Unidos. Más de 250 compañías alrededor del mundo están produciendo generadores eólicos domésticos, estas compañías requieren de mano de obra calificada y en ellas trabajan un promedio de 100 empleados. (3)

Nacional

Perú posterior a Bolivia es el país menos productor de electricidad en América Latina, con el 88% (1995) de la población rural sin electricidad, lo que los pone en desventaja en comparación con sus vecinos. Esta situación es particularmente evidente en la sierra y la selva, el acceso es reducido para el servicio de electricidad. (Millones Olano, 2011)

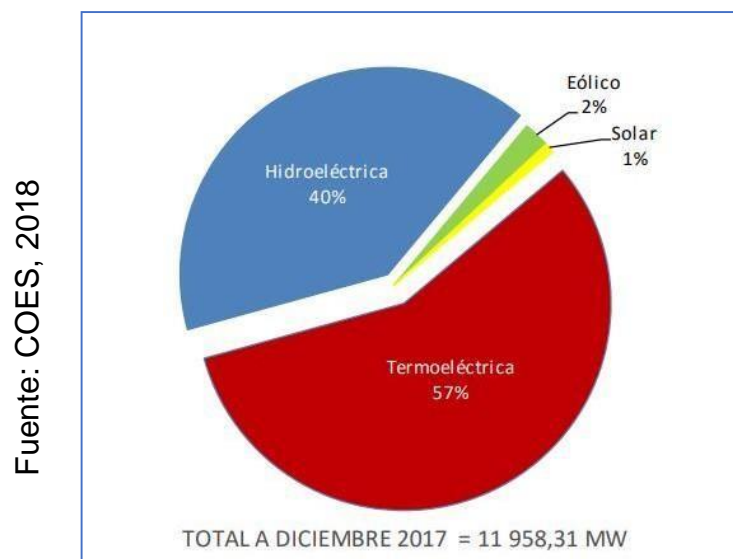
En medio de la realidad mencionada se encuentran las empresas de servicios privados que han resuelto este problema mediante el uso de energía solar principalmente como es el caso de las empresas de telecomunicaciones, y para usos no motrices en las empresas mineras y servicios conexos.

Sin embargo, los organismos públicos, tales como los servicios de salud se enfrentan a la tecnología que trae no sólo el hecho de que la gente que viene de

las ciudades tiene que vivir en condiciones primitivas con este gran problema de la falta de acceso. Esencial para la atención en servicios de la salud, como el acceso a sistema computarizado, el uso de instrumentos (refrigeración para vacunas, lámparas y dispositivos de diagnóstico) que hacen que la inversión en salud y servicio ineficiente y provoca desánimo en la población rural que no tienen acceso a capitales de distrito y tiene centros médicos más desarrollados.

La matriz de generación eléctrica del SEIN continúa existiendo una mayor participación de capacidad efectiva de tipo termoeléctrico que fue del 56,84% (6 796,8 MW) mientras la capacidad efectiva por tipo de generación hidroeléctrico estuvo en 40,33% (4 822,4 MW), eólica en 2,03% (243,2 MW) y solar en 0,8% (96 MW). (COES, 2018)

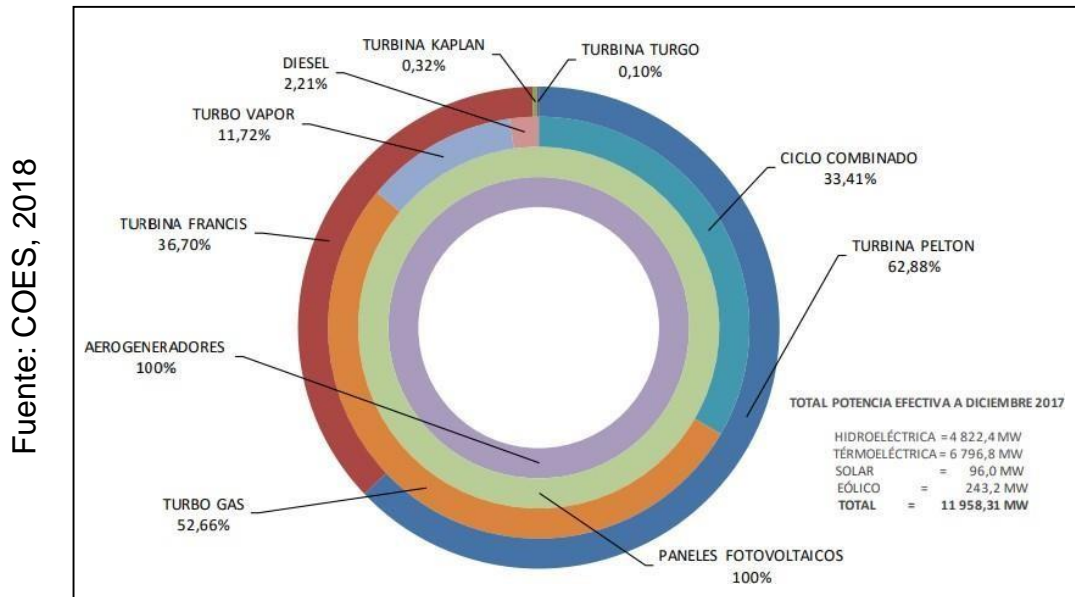
Figura 1



Potencia efectiva por generación (%)

“En la figura 2 se aprecia la participación de cada tecnología de generación eléctrica, dentro del sistema interconectado nacional, siendo la potencia total de generación eólica de 243.2 MW, siendo los aerogeneradores la única tecnología que se utiliza para el aprovechamiento de la energía eólica” (COES, 2018, p.5).

Figura 2.



Matriz energética en el Perú, 2018

Local

Laguna huanama está ubicado en el distrito de salas) a 1800 msnm ubicada en el centro poblado de Colaya. Para llegar a dicha comunidad, primero debe viajar de Chiclayo a motupe en promedio de 2 horas luego se encuentra diversos servicios de transporte para luego trasladarse en los camiones por el transcurso de 4 horas hasta llegar centro poblado de colaya. Luego se camina por 3 a 4 horas por caminos de herraje, En tiempo de verano se puede trasladar en las combis que van por el caserío la cría que se hace menos el tiempo, se camina 1 hora Para llegar a Laguna Huanama, la comunidad consta de unas 192 casas según el (INEI, 2013)

Frente a esta realidad, el presente proyecto busca dar una alternativa viable técnica y administrativa para el abastecimiento de energía eléctrica al puesto de salud de laguna Huanama - Salas 2018 mediante un sistema eólico, para que dicho puesto y su personal tenga condiciones adecuadas de suministro eléctrico para realizar sus actividades.

Actualmente, en el Puesto de Salud, existe un grupo electrógeno de una potencia instalada de 3 KW, que utiliza un motor de combustión interna con gasolina como combustible para su accionamiento. Sin embargo, el uso del grupo electrógeno, solo se limita a cuando existe fondos para la compra de gasolina, el cual tiene un consumo promedio de 0.75 litros por hora de funcionamiento, es decir para un periodo de 8 horas diarias, tiene un consumo de 6 litros, lo cual económicamente hace complejo su uso durante todos los días de la semana.

Los proyectos de electrificación en dicha zona son de alto costo por ello la electrificación con redes convencionales no llega a todas las viviendas del caserío en donde se ubica el PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA – SALAS, se encuentra lejos de las redes eléctricas convencionales, a 32km de la línea eléctrica más próxima.

1.2. Trabajos previos

Internacional

En México, desde hace más de 10 años se han ejecutado mecanismos a través de la CFE para aumentar la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables con la participación de inversión privada. Entre las fuentes de energía renovables, la energía eólica ha tenido el cambio más dramático, al pasar de 85 MW de capacidad instalada en el año 2008 a 2100 MW en el año 2014 (Arreola, 2014).

En España varias zonas rurales han sido las más favorecidas por la industria eólica, pues ha generado empleo en la región y diversificado el tejido productivo. Sin embargo, el crecimiento exponencial que ha experimentado la energía eólica en los últimos años, también ha sufrido una serie de conflictos. “Como cualquier otro proyecto, la implementación de un parque eólico depende de la gestión territorial, específicamente del sitio donde se localiza el potencial eólico. Por esta razón, la complejidad de los proyectos de energía eólica se vuelve más significativa debido a la naturaleza también compleja del territorio” (Vázquez, 2013: 16).

Nacional

(4) En su tesis, "Recopilamiento de los recursos eólicos para generar energía eléctrica y reducir las emisiones de CO₂ en los poblados rurales La Gramita de Casma", es una investigación aplicada cuya metodología parte es la evaluación de tecnologías independientes como el uso de aerogeneradores y los paneles fotovoltaicos, la combinación adecuada de estas dos tecnologías, el uso de 28 paneles Fotovoltaicos de 240Wp, acumuladores o baterías, Reguladores de carga e Inversor que conforman un Sistema Híbrido Eólico/solar para la generación de energía eléctrica a los pobladores "La Gramita" de la Provincia de Casma, cuya demanda energética es de 49,25 kWh/día, lo que permitirá mejorar la calidad de vida y mitigar los impactos ambientales por las emisiones contaminantes por el uso de carbón, velas, mecheros y grupos electrógenos. "La Gramita" a la orilla del mar con viento y sol favorable durante todo el año, lo que se puede corroborar en el mapa eólico y solar donde contamos con una velocidad de viento de 5,3 m/s (a 10 m de altura) y una irradiación de 5.75 kWh/m².

(5) En su tesis "El Sistema eólico para la generación de energía eléctrica en el departamento turístico, Municipio Baños de Agua Santa" concluye que Basado en el análisis realizado en los cálculos de la velocidad de viento se concluye que los recursos eólicos en la zona son aptos para la realización del diseño del sistema. Se concluye que el requerimiento energético del Departamento Turístico Baños de Agua Santa es de 19523,8 Wh/día. Basado en los cálculos realizados en la propuesta se pudo elegir equipos que cumplen los requerimientos energéticos beneficiándose de los recursos eólicos de la zona.

(6) en su tesis "Sistema Eólico para una casa concluye que para el mantenimiento del generador puede ser prácticamente, teniendo una vida útil por más 10 años, en promedio. Teniendo el caso en las turbinas eólicas de baja potencia, el mantenimiento es a fines prácticos, su vida útil es de 15 años en promedio. Haciendo el análisis del viento se utilizaron datos de la Red Meteorológica (REDMET) en zonas IMECA Metropolitana en los Valles Peruanos, se determinó la velocidad promedio del viento en las zonas es

menor a 2 m/s, la cual es menor que la velocidad mínima de arranque de los aerogeneradores tanto de eje horizontal como vertical.

(4) En su tesis, Recopilamiento de los recursos eólico y solar para generar energía eléctrica y reducir las emisiones de CO₂ en los poblados rurales "La Gramita de Casma", es una investigación aplicada cuya metodología parte es la evaluación de tecnologías independientes como el uso de aerogeneradores y los paneles fotovoltaicos, la combinación adecuada de éstas dos tecnologías, el uso de 28 paneles Fotovoltaicos de 240Wp, acumuladores o baterías, Reguladores de carga e Inversor que conforman un Sistema Híbrido Eólico/solar para la generación de energía eléctrica a los pobladores "La Gramita" de la Provincia de Casma, cuya demanda energética es de 49,25 kWh/día, lo que permitirá mejorar la calidad de vida y mitigar los impactos ambientales por las emisiones contaminantes por el uso de carbón, velas, mecheros y grupos electrógenos.

"La Gramita" a la orilla del mar con viento favorable durante todo el año, lo que se puede corroborar en el mapa eólico donde contamos con una velocidad de viento de 5,3 m/s (a 10 m de altura).

(5) En su tesis "El Sistema eólico para la generación de energía eléctrica en el departamento turístico, Municipio Baños de Agua Santa" concluye que Basado en el análisis realizado en los cálculos de la velocidad de viento se concluye que los recursos eólicos en la zona son aptos para la realización del diseño del sistema. Se concluye que el requerimiento energético del Departamento Turístico Baños de Agua Santa es de 19523,8 Wh/día. Basado en los cálculos realizados en la propuesta se pudo elegir equipos que cumplen los requerimientos energéticos beneficiándose de los recursos eólicos de la zona.

local

Villalobos (2009 , p. 12) En su artículo describe el comienzo y la evolución de la hoy en día creciente mundialmente industria de la energía eólica costa afuera. Como un caso particular, se describe la actual política de energías renovables en el Reino Unido. La creciente necesidad de producción de energía

limpia y sustentable en un futuro cercano, ha dado como resultado la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles como fuente de energía.

1.3. Teorías Relacionadas al Tema

1.3.1. Que es la energía eólica

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento, es decir, la energía cinética generada por efecto de las corrientes de aire, y que es convertida en otras formas útiles de energía para las actividades humanas. El término «eólico» proviene del latín (aeolicus), es decir perteneciente o relativo a (Eolo), dios de los vientos en la mitología griega.

Pequeñas instalaciones eólicas pueden proporcionar electricidad en regiones remotas y aisladas que no tienen acceso a la red eléctrica, al igual que la energía solar fotovoltaica. (Atlas Eólico del Perú, 2008, p. 9).

Una vez obtenido los estacionamientos se tiene otras variables, mediante las edificaciones eléctricas y de comunicaciones, siendo importante la parte técnica y económica del proyecto y el control ambiental” (Atlas Eólico del Perú, 2008, p. 9).

El viento no produce desechos peligrosos, no contribuye al calentamiento global. (7).

La tecnología que se puede aprovechar del viento se está volviendo más confiable que asegura que permite poner más certeza en la energía que se puede garantizar al futuro (7)

La energía eólica es una de las opciones más prometedoras para la generación de electricidad, con pronósticos de crecimiento optimistas para el futuro cercano.

El gobierno del Reino Unido (UK Government 2002), en el reglamento RO, está implementando una política de energía renovable para reducir las emisiones de CO₂, con la meta de abastecer de fuentes renovables el 10% del consumo total de electricidad para el 2010, y según el DTI (2003) el 20% en el 2020.

Actualmente están funcionando siete parques eólicos costa afuera a lo largo de las costas del Reino Unido. Como parte de la primera ronda de proyectos de parques eólicos costa afuera (alrededor de 630 turbinas, sumando un total de 1700 MW) otros 10 parques eólicos pronto serán construidos y otros

15 están anunciados para ser construidos en los próximos diez años como parte de la segunda ronda de proyectos (alrededor de 2000 turbinas, sumando un total de 7100 MW). Dado lo anterior, se ha estimado que la energía eólica costa afuera será capaz de proporcionar alrededor del 9% del suministro de electricidad del Reino Unido.

1.3.2. Dirección del Viento

La diferencia térmica, que generan por calentamiento no uniforme en la tierra, se origina diferencias de presión entre los puntos en la superficie de la tierra, a su vez están en rotación sobre un eje. Las diferencias de la presión provocan aceleraciones en el movimiento del aire, inicialmente en la zona de mayor cantidad de presión a la de menor, siendo el viento un consecuente de estas aceleraciones.

1.3.3. Medición del Viento

Para medir el viento se asigna de acuerdo con el lado de donde gira el anemómetro, en la observación demuestra la dirección del viento que varía constantemente alrededor de una dirección media. Lo han establecido la escala de velocidades del viento nombrada Beaufort clasificándolas en diecisiete rangos.

Pudiendo obtener entre el eje cartesiano, una proyección arbitrante entre el eje e y x describiendo las coordenadas mediante la dirección y la velocidad. (Atlas Eólico del Perú, 2008,).

Figura 3.



Anemómetro de cazoletas

Esta herramienta con 03 receptáculos, que se encuentran instaladas en un eje pequeño, el anemómetro proporciona su giro en relación a la velocidad del viento, presentando una señal.

Para obtener el tiempo de rotación de los receptáculos, se da mediante los interruptores fotoeléctricos, finalmente obteniendo el desplazamiento del flujo del viento, mediante la distancia” (Atlas Eólico del Perú, 2008, p. 10).

Mediante la división

$$\frac{\text{Distancia}}{\text{Unidad del tiempo}} = \text{Velocidad}$$

Unidad del tiempo

El flujo del aire genera el giro a la hélice de forma rotativa, uniéndose a la veleta y poder alinearse al viento. Se observa en la imagen que el contrapeso nos indica la dirección que se desplaza el viento” (Atlas Eólico del Perú, 2008, p. 11).

1.3.4. Potencial eólico aprovechable

Es el potencial natural que es factible aprovechar el 100%, mediante la (turbina eólica). El viento es una masa en movimiento que tiene energía cinética, el aire al desplazarse con velocidad menor, tiene energía cinética” (Atlas Eólico del Perú, 2008,).

$$E = 0.5mV^2$$

La densidad de corriente de aire es designada (ρ), La velocidad del viento v es:” (Atlas Eólico del Perú, 2008,).

$$E = 0.5. \rho. \text{Volumen}.V^2$$

1.3.5. Energía que se extrae del viento

El flujo isotérmico y sabiendo que (Velásquez Jorge, s.f.,).

$$S.V = S1.V1 = S2. V2” |$$

La fuerza que se dan en la barrida (S) debido al aerogenerador, es = a la variación de la energía cinética en el punto donde se ubica el aspa:” (Velásquez Jorge, s.f.,).

$$E_{p+0.5} \cdot m \cdot V_1^2 - (E_{p+0.5} \cdot m \cdot V_2^2) = 0.5 \cdot m \cdot (V_2^2 - V_1^2) =$$

$$0.5 \cdot m \cdot (V_1 - V_2) \cdot (V_1 + V_2)$$

Al impactar con las aspas el viento cambio su valor, por lo que denominaremos un coeficiente “a” de interferencia, es decir,

$$(v_1 - a \cdot v_1) = v,$$

1.3.6. Altura

A mayor altura hay mayor velocidad del viento y por lo tanto la potencia producida es mayor.

El viento mientras este a mayor altura, está sujeto a un equilibrio por fuerzas de presión.

Un altímetro es un aparato con el que se mide la altura de un objeto desde un nivel o una superficie de referencia definidos. La medición de altura con el altímetro se puede realizar de diferentes maneras.

Muy frecuentes es un tipo de altímetro que determina la altura de modo barométrico, con sonido, con microondas (radar) o con rayos láser. Zegarra, 2013, p.4

Tabla 1.

Fuente: Zegarra, 2013,

| GRADO Beaufort | NUDOS | | m/s | | Km/h | | Descripción |
|-------------------|-------|-----|------|------|-------|-------|---------------------|
| | de | a | de | A | de | a | |
| 0 | < | 1 | 0 | 0.2 | < | 1 | Calma |
| 1 | 1 | 3 | 0.3 | 1.5 | 1 | 3 | Ventolina |
| 2 | 4 | 6 | 2.1 | 3.1 | 7.4 | 11.1 | Brisa suave |
| 3 | 7 | 10 | 3.6 | 5.1 | 13 | 18.5 | Brisa leve |
| 4 | 11 | 16 | 5.7 | 8.2 | 20.4 | 29.7 | Brisa moderada |
| 5 | 17 | 21 | 8.8 | 10.8 | 31.5 | 38.9 | Viento refrescante |
| 6 | 22 | 27 | 11.3 | 13.9 | 40.8 | 50 | Viento fuerte |
| 7 | 28 | 33 | 14.4 | 17 | 51.9 | 61.2 | Viento muy fuerte |
| 8 | 34 | 40 | 17.5 | 20.6 | 63 | 74.1 | Temporal |
| 9 | 41 | 47 | 21.1 | 24.2 | 76 | 87.1 | Temporal fuerte |
| 10 | 48 | 55 | 24.7 | 28.3 | 89 | 101.9 | Temporal muy fuerte |
| 11 | 56 | 63 | 28.8 | 32.4 | 103.8 | 116.8 | Tempestad |
| 12 | 64 | 71 | 32.9 | 36.5 | 118.6 | 131.6 | Huracán |
| 13 | 72 | 80 | 37.1 | 41.2 | 133.4 | 148.3 | |
| 14 | 81 | 89 | 41.7 | 45.8 | 150.1 | 164.9 | |
| 15 | 90 | 99 | 46.3 | 51 | 166.8 | 183.5 | |
| 16 | 100 | 108 | 51.5 | 55.6 | 185.3 | 200.1 | |
| 17 | 109 | 118 | 56.1 | 60.7 | 202 | 218.7 | Ciclón |

Características de la velocidad a diferentes alturas

1.3.7. Instrumentos de medición del viento

1.3.7.1 Veleta aspa de Wild

Anemógrafo de observación directa del viento, en el cual el viento actúa sobre una placa liviana suspendida sobre un eje horizontal, cuya inclinación con la vertical está en función con la velocidad del viento y que por medio de una veleta posiciona el aparato con referencia de donde sopla el viento marcando su dirección.

1.3.7.2 Anemómetro Totalizador

Anemómetro de cazoletas o molinete donde la rotación se transmite a un contador mecánico indicado directamente el movimiento del aire que pasa por el anemómetro o sea mide el recorrido del aire del cual se calcula la velocidad media del aire en Km/Hora.

1.3.8. Electricidad

La energía eléctrica es la forma de energía más útil, ya que fácilmente se puede transformar en otros tipos de energía y se puede transportar". (8)

La electricidad (del griego electrón, cuyo significado es ámbar) es un fenómeno físico cuyo origen son las cargas eléctricas y cuya energía se manifiesta en fenómenos mecánicos, térmicos, luminosos y químicos, entre otros, en otras palabras, es el flujo de electrones.

La electricidad se genera industrialmente en centrales térmicas, nucleares e hidroeléctricas. También existen sistemas alternativos como las centrales solares, eólicas, de biomasa, geotérmicos. (9)

1.3.9. Producción de la electricidad

Para que funcionen pequeños aparatos eléctricos, teléfono móvil, radio, es basta con la energía eléctrica que suministran las pilas o baterías. Sin embargo, la mayoría de máquinas y aparatos eléctricos necesitan más cantidad de energía, que debe ser suministrada, de forma constante, a través de la red eléctrica. (10).

1.3.10. Forma De Producir Energía Eléctrica

“La forma de producir energía con el viento se divide en dos: en conexión directa a la red de distribución convencional o de forma aislada”. (11)

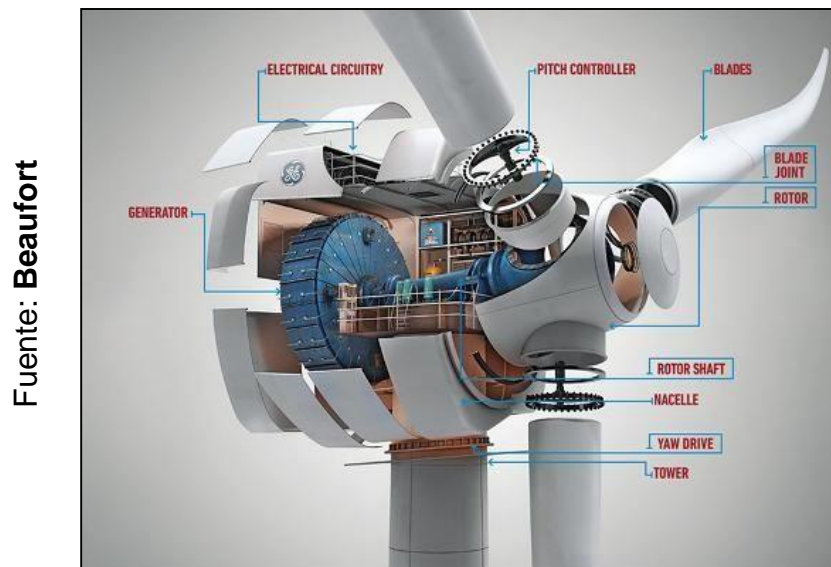
1.3.11. Procesamiento de la información recolectada.

Vientos. Para cada una de las ocho direcciones (N,NE, E, SE, S, SW, W, NW), se obtiene los valores medios mensuales de la velocidad en metros por segundo en base de los registros medios calculados por las tres observaciones diarias, igualmente se determina la frecuencia en porcentaje, con relación al total de observaciones de viento realizadas.

1.3.12. Aerogenerador de eje horizontal

Son aquellos que el eje que rota en el equipo se encuentra paralelo al piso. Ésta tecnología es aprovechada, por su eficiencia y la confiabilidad y la capacidad de adaptación a diferentes potencias.

Figura 4.



Fuente: Beaufort

Partes de una turbina eólica

1.3.13. Rotor.

Constituye la parte móvil del motor. El rotor es el elemento de transferencia mecánica, ya que de él depende la conversión de energía eléctrica a mecánica. Los rotores, son un conjunto de láminas de acero al silicio que forman un paquete, y pueden ser básicamente de tres tipos:

- a) Rotor ranurado
- b) Rotor de polos salientes
- c) Rotor jaula de ardilla

1.3.14. Regulador de Carga

Este componente regula el flujo de electricidad desde la fuente de generación hacia el banco de baterías. Los reguladores actuales tienen la capacidad de manejar algoritmos de control de seguimiento a un punto de máxima potencia (MPPT) y reemplazan en muchos casos la protección de tipo diodo de bloqueo. El regulador de carga es el componente central de un sistema aislado, ya que regula el flujo de energía en el conjunto del sistema y es fundamental para determinar su funcionamiento.

1.3.15. Baterías

Están definidas con el nombre de "baterías a tracción" o "baterías industriales" las baterías de acumuladores al plomo destinadas a la alimentación de motores eléctricos instalados en montacargas, carretillas, vehículos eléctricos, entre otros. Por definición un acumulador al plomo (elemento) es una celda electroquímica en la cual, estando cargada, las sustancias que actúan como materias activas son óxido de plomo (electrodo positivo) y plomo empastado (electrodo negativo), y el electrolito es constituido de una solución de ácido sulfúrico. Digamos entonces que la capacidad de una batería depende, básicamente, de tres parámetros:

Régimen de descarga;

Tensión final y

Temperatura

$$C_T \geq \frac{1.1 \times 3 \times 5 \times 289}{0.6 \times 24}$$

$$C_T \geq 1\,212.06 \text{ Ah}$$

1.3.16. Inversor

Los inversores actuales han revolucionado nuestra vida cotidiana con sistemas de energía independientes al proporcionar electricidad de CA en cualquier momento y lugar. Un inversor transforma la electricidad de CC almacenada en baterías o en fuentes de energía renovable en energía de CA estándar de uso doméstico.

La función de un inversor es cambiar un voltaje de entrada de corriente continua a un voltaje simétrico de salida de corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseada por el usuario o el diseñador. Una buena técnica para lograr esto es la modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

1.3.17. Orientación

El tamaño reducido de las turbinas mini-eólicas no permite colocar motores con orientación del rotor en la dirección del viento u otros componentes metálicos que tienen las turbinas de tamaño mediano: casi todas las mini turbinas tienen brazos direccionales para orientar el rotor en la dirección del viento.

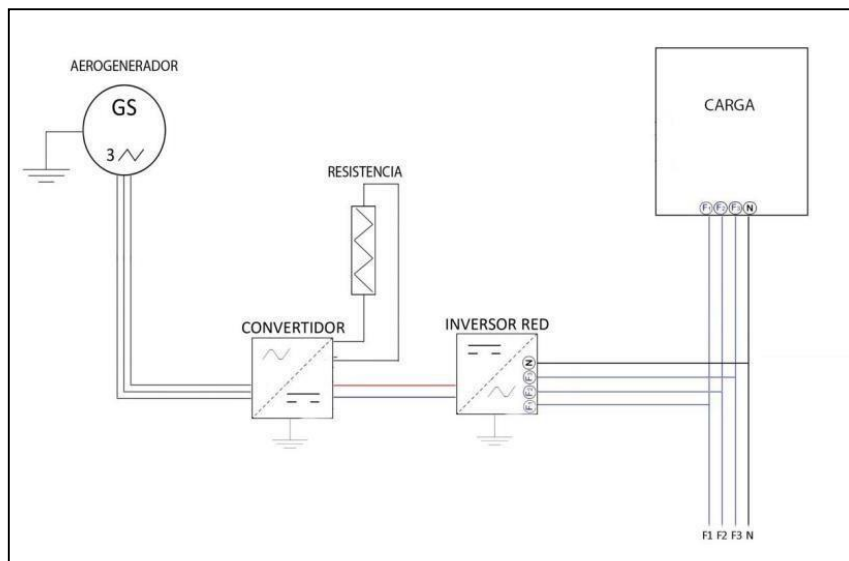
1.3.18. Generadores

La mayor parte de las turbinas eólicas utiliza alternadores de imán permanente: se trata de la configuración más sencilla y robusta. Para las turbinas de uso doméstico, las configuraciones de alternador pueden ser las siguientes: imán permanente, alternador convencional con devanado del campo y generador de inducción.

1.3.19. Elementos del sistema eólico

Figura 10.

Fuente: García, 2016



Elementos constituyentes del sistema eólico

1.3.20. Elementos constituyentes del sistema eólico

Los sistemas eólicos, muchas veces tiene a la energía solar como complemento, para aprovechar simultáneamente ambas energías con los mismos dispositivos. El proyecto que aquí se plantea es el uso de la energía del viento (m/s). Los elementos del sistema eólico son:

- Turbina eólica.
- Generador de corriente alterna.
- Regulador de carga.
- Banco de baterías.
- Inversor.

1.3.21. Aerogenerador

Convierte la energía del viento en energía eléctrica, la cual se manda al controlador de carga. Se varía el tamaño del generador eólico de acuerdo a la capacidad requerida del sistema.

1.3.22. ¿Cuánta energía se puede sacar del viento? Límite de betz

La energía eólica es la energía cinética del viento.

La potencia disponible del viento que pasa perpendicularmente a través de un área circular (la realizada por las palas del rotor, r) e

La potencia eólica extraída o captada del viento por el rotor de la máquina se conoce como Potencia Eólica Aprovechada (Pa). El rendimiento de conversión se describe por un Coeficiente de Potencia (Cp) definido como la relación entre la potencia aprovechada y la disponible (Cp=Pa/Pd). Es la fracción de la energía cinética del viento convertida en energía cinética de rotación en el rotor del aerogenerador.

Para calcular cuándo tendremos máxima potencia mecánica, derivamos e igualamos a cero:

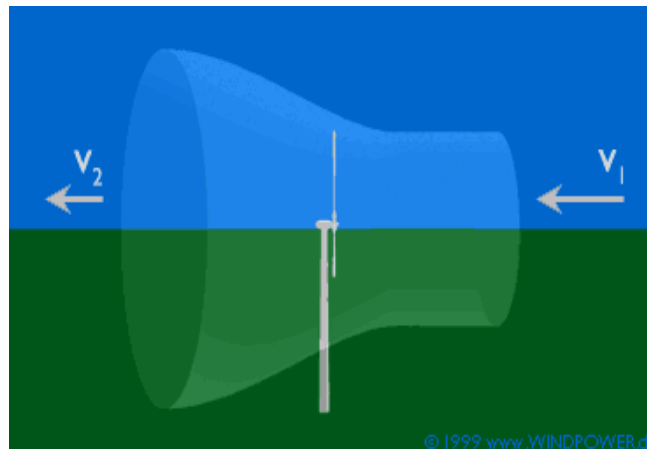
$$\frac{dP_m}{da} = 2 \cdot \rho \cdot S \cdot V_1^3 \cdot (1 - 4a + 3a^2) = 0$$

La máxima potencia ocurre cuando $a = 1/3$, por tanto:

$$P_m = \frac{1}{2} \rho \cdot S \cdot V_1^3 \cdot 16/27$$

Figura 5.

<https://energeticafutura.com/blog/cuanta-energia-se-puede-sacar-del-viento-limite-de-betz/>



Energía del viento

1.3.23. Analices de weibull

El análisis de Weibull es un método para modelar conjuntos de datos que contienen valores superiores a cero, como los datos de falla. El análisis de Weibull puede hacer predicciones sobre la vida de un producto, comparar la confiabilidad de los diseños de productos de la competencia, establecer políticas de garantía estadísticamente o administrar de manera proactiva los inventarios de piezas de repuesto, por nombrar solo algunas aplicaciones industriales comunes. En la academia, el análisis de Weibull ha modelado fenómenos tan diversos como la duración de las huelgas laborales, la mortalidad por SIDA y las probabilidades de terremoto.

El análisis Weibull implica ajustar un conjunto de datos a la siguiente función de distribución acumulativa.

$$F(x) = 1 - e^{-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta}, \text{ for } x > 0$$

$$f(t) = \frac{\beta(t-\delta)^{\beta-1}}{\theta^\beta} \exp\left[-\left(\frac{t-\delta}{\theta}\right)^\beta\right], t \geq \delta \quad (1)$$

Donde t Variable aleatoria que, para el caso de la confiabilidad, representa el tiempo entre fallas; β es el parámetro de forma ($0 < \beta < \infty$); θ es el Parámetro de escala ($0 < \theta < \infty$); y δ es el parámetro de localización ($-\infty < \delta < \infty$).

Figura 6.

Fuente www.qualitydigest.com

| Figure 5: Weibull Reliability Calculator—Design A | | | | | | |
|---|-------------------------------------|---------|-------------|-----------|-------------------------|-------------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | Beta (or Shape Parameter) = | 4.25 | | Cycles | Survival Probability | Reliability |
| 2 | Alpha (or Characteristic Life) = | 693,380 | | 100,000 | 0.0003 | 0.9997 |
| 3 | | | | 200,000 | 0.0050 | 0.9950 |
| 4 | | | | 300,000 | 0.0280 | 0.9720 |
| 5 | | | | 400,000 | 0.0919 | 0.9081 |
| 6 | | | | 500,000 | 0.2204 | 0.7796 |
| 7 | | | | 600,000 | 0.4176 | 0.5824 |
| 8 | | | | 700,000 | 0.6470 | 0.3530 |
| 9 | | | | 800,000 | 0.8407 | 0.1593 |
| 10 | | | | 900,000 | 0.9518 | 0.0482 |
| 11 | | | | 1,000,000 | 0.9913 | 0.0087 |
| 12 | | | | | | |
| 13 | | | Reliability | Cycles | | |
| 14 | | | 0.01 | 992,975 | | |
| 15 | | | 0.1 | 843,624 | | |
| 16 | | | 0.5 | 636,122 | | |
| 17 | | | 0.9 | 408,458 | | |
| 18 | | | 0.99 | 235,056 | | |

Distribución de weibull

1.4. Formulación del Problema.

¿Cómo podemos suministrar energía eléctrica al puesto de salud Laguna Huanama con energía renovable?

1.5. Justificación del estudio.

1.5.1. Justificación Técnica.

Se justifica técnicamente realizar el estudio del proyecto de investigación, porque en la zona de influencia del proyecto, existe un gran potencial de energía eólica, y existiendo mecanismos capaces de transformar la velocidad del viento en energía mecánica en la turbina eólica, mediante la conversión energética de Euler.

1.5.2. Justificación Económica.

Al generar energía eléctrica a partir de un combustible líquido, en un grupo electrógeno, los costos operativos son elevados, por lo cual el uso de energía eléctrica partir de la energía eólica se justifica debido a que el recurso energético se encuentra disponible, y con el uso del aerogenerador se genera energía a un costo muy bajo.

Así mismo la Posta Médica es una Institución Estatal, por lo tanto, tiene recursos económicos que provienen del gobierno, sin embargo, también puede generar recursos propios a partir de servicios médicos que puede brindar, para lo cual requiere tener acceso a la energía eléctrica.

1.5.3. Justificación Social.

El acceso a la energía eléctrica en el Puesto de Salud, mejora la atención médica a los pacientes, debido a que se tendrá stock de vacunas dentro de un lugar adecuado de almacenamiento, y de esa manera el acceso oportuno a ellos. También se justifica porque la atención médica será en todo momento, los pacientes podrán ser atendidos en horas de la noche en caso de ocurrir una urgencia médica, utilizando equipos e instrumental médico que requiere de alimentación eléctrica.

1.5.4. Justificación Ambiental.

La generación de energía eléctrica con la energía cinética del aire, no genera emisiones de gases contaminantes, ni tiene impacto con el medio ambiente, tanto a la flora como a la fauna; el efecto de la modificación del ambiente no es significativo.

1.6. Hipótesis

Mediante un sistema de generación eólico podemos suministrar de energía eléctrica al puesto de salud laguna huanama - salas 2018

1.7. Objetivos

1.7.1. General

Diseñar un sistema de generación eólico para suministrar energía eléctrica al puesto de salud Laguna Huanama Salas-2018.

1.7.2. Específicos

a) Realizar un analices actual del consumo de energía eléctrica en el puesto de salud Laguna Huanama Salas

b) Realizar un estudio del potencial eólico de la zona de influencia del proyecto, en función a las mediciones de la velocidad del viento, como también a la información estadística existente.

c) Seleccionar los dispositivos electromecánicos del sistema eólico, en función a la demanda de energía del Puesto de Salud.

d) Evaluar la economía del proyecto, mediante el VAN, TIR y B/C).

II. MÉTODO

2.1. Diseño De Investigación.

Es un estudio descriptivo y aplicado, porque se hace uso de conocimientos teóricos del planeamiento estratégico para solucionar a la realidad problemática de dicho establecimiento en estudio. A su vez es un estudio descriptivo, porque pretende describir y medir las variables de estudio; además de tipo transversal porque la información es captada en un solo tiempo.

El diseño de investigación utilizado para esta investigación NO experimental,

M: O1 → X → O2

Dónde: Muestra:

O1: Suministro de energía eléctrica

X: Propuesta de sistema híbrido solar eléctrico

O2: Suministro de energía eléctrica después

2.2. Variables, Operacionalización

2.2.1. Definición conceptual.

Sistema eólico movido por una turbina accionada por el viento y el aprovechamiento de la radiación solar y Transformar la energía cinética en energía eléctrica caracterizándose por tener pocas palas de 1 a 3 ya que de esta manera logran alcanzar a desarrollar una mayor eficiencia en la transformación de la energía, y en aprovechamiento de la radiación solar mediante panel solar.

Constituye un conjunto de medios y elementos útiles para la generación de energía eléctrica través del suministro de energía eléctrica hacia al puesto de salud se realizará desde el sistema eólico hacia un tablero general el cual mediante un sistema de transferencia automático establece la energía eléctrica,

2.2.2. Variable Independiente:

Sistema eólico

2.2.3. Variable dependiente:

Suministro de energía eléctrica

2.2.4. Definición operacional

Tabla 2.

| Variable | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Instrumentos | Escala de medición |
|---|--|---|---|---|----------------------|---|
| Independiente Sistema eólico | El sistema eólico es un conjunto de mecanismos capaces de transformar la energía cinética del aire en energía eléctrica en los terminales de un generador eléctrico. | La energía cinética del aire se transforma en energía mecánica en la turbina eólica, que numéricamente sigue la ecuación de Euler; luego ésta energía mecánica es transformada en eléctrica, para luego ser almacenada en un banco de baterías de corriente continua. | Conversión energía cinética en Mecánica. Conversión Energía Mecánica en Eléctrica. Almacenamiento de energía eléctrica. | Velocidad del aire. Velocidad de la turbina eólica. Potencia Mecánica Potencia Eléctrica. Tensión. Tiempo de Almacenamiento de energía | Guía de observación. | <ul style="list-style-type: none"> • m/s • RPM • Voltios • kW • Horas. |
| Dependiente Suministro de energía eléctrica. | El suministro de energía eléctrica hacia una determinada carga, se realiza con la potencia eléctrica y el tiempo de uso. | El suministro de energía eléctrica hacia al puesto de salud se realizará desde el sistema eólico hacia un tablero general el cual mediante un sistema de transferencia automático transfiere la energía eléctrica, | Energía Generada. Energía Consumida. | <ul style="list-style-type: none"> • Tensión eléctrica • Corriente eléctrica • Potencia eléctrica • Resistencia eléctrica • Eficiencia de la conversión. • Factor de Carga. | Guía de Observación | Voltios Amperios Waltt. Ohmios porcentaje |

Fuente: Elaboración propia

2.3. Población Y Muestra

Población: La población, que es el objeto de la investigación, está constituida por los consumidores de energía eléctrica que existen en el puesto de salud.

Muestra: La muestra coincide con la población.

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1 Técnica de recolección de datos.

Observación directa

Se ira al lugar para realizar las mediciones de la velocidad del viento en diferentes días, alturas y horas.

Revisión documental

Nos permite tener información necesaria sobre el tema de investigación.

2.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Guías de observación

Se realiza el registro de datos de la velocidad del viento en la guía de recolección de datos validada.

Guía de análisis de documentos

Se verifica las fuentes de los fabricantes de los componentes de los sistemas eólicos de generación de energía eléctrica.

2.4.3 Validez y confiabilidad

Validez: la valides de los instrumentos será dada por la aprobación de uno a tres especialistas en el área.

Confiabilidad: Este proyecto tendrá la estabilidad o consistencia de los resultados obtenidos, accediendo mejoras de éxito.

2.5. Métodos de análisis de datos

Método deductivo, ya que el resultado de lo que queremos lograr se halla implícitamente en las premisas que se puedan alcanzar; es decir que con los datos de las mediciones de la velocidad del viento se realiza el cálculo de la conversión de la energía cinética en energía mecánica y luego en energía eléctrica.

2.6. Aspectos éticos

El presente proyecto se elaborará manteniendo la confidencialidad de los antecedentes, datos y documentos con cual se realiza el estudio a fin de evitar cualquier hecho o situación que pudiera suponer o llegar a ocasionar un conflicto entre de intereses.

III. RESULTADOS

3.1. Realizar un análisis actual del consumo de energía eléctrica en el puesto de salud Laguna Huanama Salas.

Actualmente, en el Puesto de Salud, existe un grupo electrógeno de una potencia instalada de 3 KW, que utiliza un motor de combustión interna con gasolina como combustible para su accionamiento. Sin embargo, el uso del grupo electrógeno, solo se limita a cuando existe fondos para la compra de gasolina, el cual tiene un consumo promedio de 0.75 litros por hora de funcionamiento, es decir para un periodo de 8 horas diarias, tiene un consumo de 6 litros, lo cual económicamente hace complejo su uso durante todos los días de la semana.

Las cargas eléctricas con las que cuenta el puesto de salud, en lo que respecta a los artefactos electrodomésticos han sido enviados por el Estado Peruano en el último año, es decir son de tecnología moderna, presentando bajo consumo de energía; así mismo se cuenta con equipos para la conservación de medicinas como es el caso de esterilizador, y refrigerador.

En la tabla 3, se muestra en detalle las cargas eléctricas en el puesto de salud.

Tabla 3. Potencia de Cargas Eléctricas

| LISTA DE EQUIPOS Y APARATOS ELECTRICOS DE PUESTO DE SALUD LAGUNA GUANAMA | | | | |
|--|--|----------|---------------------------|--------------------------|
| Ítem | Descripción | Cantidad | Potencia Instalada (Watt) | Potencia Total Instalada |
| 1 | Luminarias LED | 8 | 10 | 80 |
| 2 | Microondas | 1 | 260 | 260 |
| 3 | Laptop HP 1000 INPUT: 100-240V ~ 1.5A (50/60Hz) | 2 | 90 | 180 |
| 4 | Refrigerador Genérico Comercial | 1 | 300 | 300 |
| 5 | Esterilizador | 1 | 300 | 300 |
| 6 | Televisor 42" | 1 | 250 | 250 |
| 7 | Cargador de Teléfono Móvil | 1 | 5 | 5 |
| 8 | Radio | 1 | 20 | 20 |
| 9 | Lavadora | 1 | 400 | 400 |
| 10 | DVD | 1 | 20 | 20 |
| 11 | Aspiradora | 1 | 400 | 400 |
| Potencia Instalada (Watt) | | | | 2215 |

Potencia Instalada de Cargas Eléctricas en Puesto de Salud.

En la tabla 3, se muestra la potencia de cada una de las cargas eléctricas, resaltando como la que tiene mayor potencia a la lavadora, que es utilizada para lavar material inherente al uso en la atención médica; dicha carga solo es utilizada dos veces a la semana.

Para determinar cuáles son las horas de funcionamiento de cada una de las cargas eléctricas, se utilizó una guía de observación, para determinar las horas de uso de cada una de las cargas eléctricas, en la tabla 4, se muestra dicha información:

Tabla 4.

| HORARIO DE USO DE EQUIPOS Y APARATOS ELECTRICOS DE PUESTO DE SALUD LAGUNA GUANAMA (HORAS) | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| Ítem | Descripción | Potencia Instalada (Watt) | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| 1 | Luminarias LED 1 | 10 | 4 | 3.5 | 4 | 4 | 3.5 | 0.5 | 0 |
| | Luminarias LED 2 | 10 | 3.5 | 3 | 4 | 3.5 | 4 | 0 | 0 |
| | Luminarias LED 3 | 10 | 4 | 3 | 2 | 3 | 2 | 1 | 1 |
| | Luminarias LED 4 | 10 | 1.5 | 2 | 1.5 | 2 | 1.5 | 1 | 0 |
| | Luminarias LED 5 | 10 | 2.5 | 1.5 | 2 | 1.5 | 2 | 1 | 1 |
| | Luminarias LED 6 | 10 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1 | 1 |
| | Luminarias LED 7 | 10 | 1.5 | 2 | 1.5 | 2 | 1.5 | 0 | 0 |
| | Luminarias LED 8 | 10 | 2 | 1.5 | 2 | 1.5 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | Microondas | 260 | 0.1 | 0.15 | 0.15 | 0.1 | 0.15 | 0 | 0 |
| 3 | Laptop 1 | 90 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 | 0 |
| | Laptop 2 | 90 | 2 | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 |
| 4 | Refrigerador Genérico Comercial | 300 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5 | Esterilizador | 300 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 |
| 6 | Televisor 42" | 250 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | Cargador de Teléfono Móvil | 5 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 8 | Radio | 20 | 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 5 | 5 |
| 9 | Lavadora | 400 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| 10 | DVD | 20 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 11 | Aspiradora | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.5 |

Fuente: Guía de Observación

HORARIO DE USO DE EQUIPOS Y APARATOS ELECTRICOS DE PUESTO DE SALUD LAGUNA GUANAMA (HORAS)

De la tabla 4, se puede analizar que las cargas de mayor potencia instalada se utilizan en poco tiempo, y pocas veces, como es el caso de la lavadora, que solo se usa una hora dentro del día de semana y 2 horas durante el fin de semana, de la misma manera ocurre con la aspiradora para limpieza general que se realiza el fin de semana.

Con la información de la tabla 5, se determina la cantidad de energía que se requiere por cada semana, es decir multiplicando la potencia instalada por el tiempo de uso, se tiene:

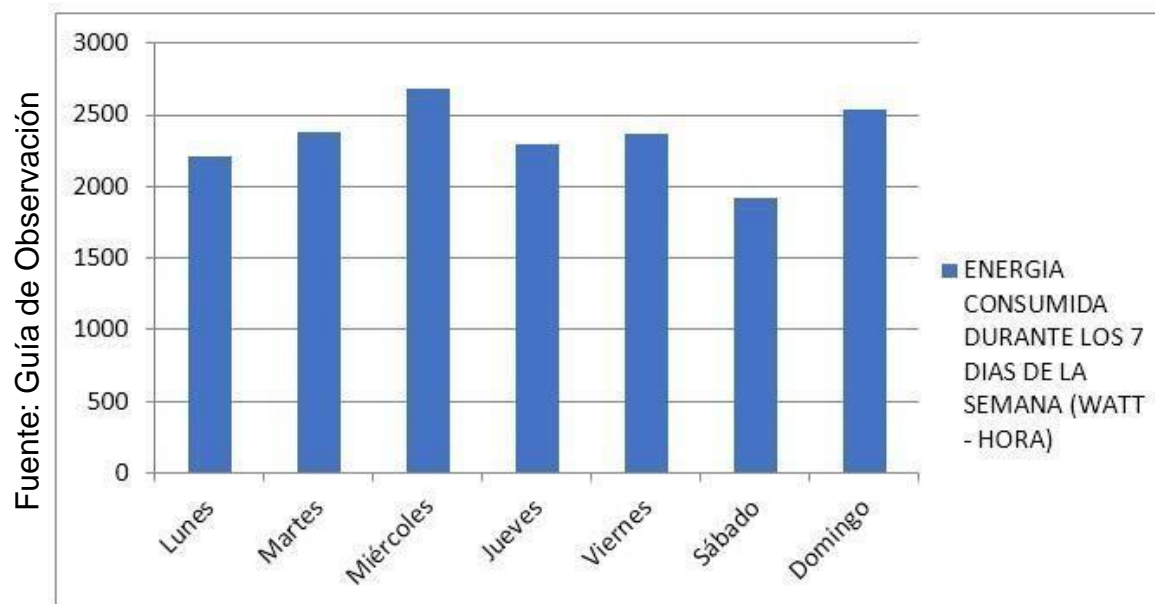
Tabla 5.

| ENERGIA CONSUMIDA DURANTE LOS 7 DIAS DE LA SEMANA (WATT - HORA) | | | | | | | | | |
|---|------------------------|---------------------------|-------|--------|-----------|--------|---------|--------|---------|
| Ítem | Descripción | Potencia Instalada (Watt) | Lunes | Martes | Miércoles | Jueves | Viernes | Sábado | Domingo |
| 1 | Luminarias LED 1 | 10 | 40 | 35 | 40 | 40 | 35 | 5 | 0 |
| | Luminarias LED 2 | 10 | 35 | 30 | 40 | 35 | 40 | 0 | 0 |
| | Luminarias LED 3 | 10 | 40 | 30 | 20 | 30 | 20 | 10 | 10 |
| | Luminarias LED 4 | 10 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 | 10 | 0 |
| | Luminarias LED 5 | 10 | 25 | 15 | 20 | 15 | 20 | 10 | 10 |
| | Luminarias LED 6 | 10 | 30 | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 |
| | Luminarias LED 7 | 10 | 15 | 20 | 15 | 20 | 15 | 0 | 0 |
| | Luminarias LED 8 | 10 | 20 | 15 | 20 | 15 | 20 | 0 | 0 |
| 2 | Microondas | 260 | 26 | 39 | 39 | 26 | 39 | 0 | 0 |
| 3 | Laptop 1 | 90 | 270 | 360 | 360 | 270 | 360 | 180 | 0 |
| | Laptop 2 | 90 | 180 | 270 | 180 | 270 | 270 | 180 | 0 |
| 4 | Refrigerador Comercial | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 5 | Esterilizador | 200 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 6 | Televisor 42" | 250 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 | 750 |
| 7 | Cargador cel.Móvil | 5 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8 | Radio | 20 | 100 | 120 | 100 | 120 | 100 | 100 | 100 |
| 9 | Lavadora | 400 | 0 | 0 | 400 | 0 | 0 | 0 | 800 |
| 10 | DVD | 20 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| 11 | Aspiradora | 400 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 200 |
| | Total | | 2207 | 2385 | 2560 | 2292 | 2365 | 1916 | 2541 |

ENERGIA CONSUMIDA DURANTE LOS 7 DIAS DE LA SEMANA (WATT – HORA)

Fuente: Guía de Observación

Figura 7.



Evolución del consumo de energía eléctrica en una semana (Watt – Hora)

Para determinar la máxima demanda, se realizó el registro del consumo horario, diferenciándose, un registro horario para un día laborable (lunes a viernes), y un día fin de semana (sábado - Domingo).

En la tabla 5, se muestra el registro de las horas de uso de los diferentes consumidores eléctricos con las que cuenta la posta médica.

Tabla 6.

| ENERGIA CONSUMIDA DURANTE 1 DIA DE SEMANA (WATT - HORA) | | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Ítem | Descripción | Potencia Instalada (Watt) | 05.00 - 07.00 | 07.00 - 09.00 | 09.00- 11.00 | 11.00- 13.00 | 13.00- 15.00 | 15.00- 17.00 | 17.00- 19.00 | 19.00- 21.00 | 21.00- 23.00 | Total Energía |
| 1 | Luminarias LED 1 | 10 | 20 | | | | | | | 20 | | 40 |
| | Luminarias LED 2 | 10 | | 20 | | | | | | 20 | | 40 |
| | Luminarias LED 3 | 10 | | 10 | | | | | | | 10 | 20 |
| | Luminarias LED 4 | 10 | 5 | | | | | | | 10 | | 15 |
| | Luminarias LED 5 | 10 | | | 10 | | | | | | 10 | 20 |
| | Luminarias LED 6 | 10 | | | 10 | | | | 10 | | | 20 |
| | Luminarias LED 7 | 10 | 10 | | | | | | | | 5 | 15 |
| | Luminarias LED 8 | 10 | 5 | 5 | 5 | | | | | | 5 | 20 |
| 2 | Microondas | 260 | | | | | 39 | | | | | 39 |
| 3 | Laptop 1 | 90 | | | 180 | 180 | | | | | | 360 |
| | Laptop 2 | 90 | | | | | | 90 | 90 | | | 180 |
| 4 | Refrigerador Genérico Comercial | 300 | | | | | 300 | | | | | 300 |
| 5 | Esterilizador | 200 | | | | | | 150 | 150 | | | 300 |
| 6 | Televisor 42" | 250 | | 125 | 125 | | | 125 | 125 | 125 | 125 | 750 |
| 7 | Cargador de Teléfono Móvil | 5 | | | | | 1 | | | | | 1 |
| 8 | Radio | 20 | 10 | 10 | | | | | | | | 20 |
| 9 | Lavadora | 400 | | | | 400 | | | | | | 400 |
| 10 | DVD | 20 | | | | | | | 10 | 10 | | 20 |
| 11 | Aspiradora | 400 | | | | | | | | | | 0 |
| | Total | | | | | | | | | | | 2560 |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.

Fuente: Elaboración propia

| POTENCIA CONSUMIDA DURANTE 1 DIA DE SEMANA (WATT) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|---------------|---------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Item | Descripción | Potencia Instalada (Watt) | 05.00 - 07.00 | 07.00 - 09.00 | 09.00-11.00 | 11.00-13.00 | 13.00-15.00 | 15.00-17.00 | 17.00-19.00 | 19.00-21.00 | 21.00-23.00 |
| 1 | Luminarias LED 1 | 10 | 10 | | | | | | | 10 | |
| | Luminarias LED 2 | 10 | | 10 | | | | | | 10 | |
| | Luminarias LED 3 | 10 | | 10 | | | | | | | 10 |
| | Luminarias LED 4 | 10 | 10 | | | | | | | 10 | |
| | Luminarias LED 5 | 10 | | | 10 | | | | | | 10 |
| | Luminarias LED 6 | 10 | | | 10 | | | | 10 | | |
| | Luminarias LED 7 | 10 | 10 | | | | | | | | 10 |
| | Luminarias LED 8 | 10 | 10 | 10 | 10 | | | | | | 10 |
| 2 | Microondas | 260 | | | | | 260 | | | | |
| 3 | Laptop 1 | 90 | | | 90 | 90 | | | | | |
| | Laptop 2 | 90 | | | | | | 90 | 90 | | |
| 4 | Refrigerador Genérico Comercial | 300 | | | | | 300 | | | | |
| 5 | Esterilizador | 200 | | | | | | 200 | 200 | | |
| 6 | Televisor 42" | 250 | | 250 | 250 | | | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 7 | Cargador de Teléfono Móvil | 5 | | | | | 5 | | | | |
| 8 | Radio | 20 | 20 | 20 | | | | | | | |
| 9 | Lavadora | 400 | | | | 400 | | | | | |
| 10 | DVD | 20 | | | | | | | 20 | 20 | |
| 11 | Aspiradora | 400 | | | | | | | | | |
| | Máxima Demanda | | 60 | 300 | 370 | 490 | 565 | 540 | 570 | 300 | 290 |

POTENCIA CONSUMIDA DURANTE 1 DIA DE SEMANA (WATT)

Para la determinación de la máxima potencia se suman la potencia que se consume durante el periodo determinado, y se determina que entre las 17.00 y 19.00 ocurre el mayor consumo de potencia (Máxima demanda), a un valor de 570 Watt.

El factor de carga diario se determina por la expresión:

$$Fc = \frac{E}{MD * T} * 100$$

Dónde:

Fc: Factor de carga, en%.

E: Energía consumida en un día, en Watt – Hora.

MD: Máxima demanda en el día, en Watt.

T: Tiempo de uso de la energía en el día, 18 horas (05.00 – 23.00)

Reemplazando valores, se tiene:

$$Fc = \frac{2560}{570 * 18} * 100 = 25.84\%$$

De manera análoga se realiza el cálculo del factor de carga para el día (fin de semana), y se tiene

$$Fc = \frac{2541}{400 * 18} * 100 = 35.29\%$$

Por lo tanto, la máxima demanda ocurre durante un día de la semana laborable de un valor de 570 Watt, un consumo de energía de 2560 Watt – hora, con un factor de carga de 25.84%. El diseño del aerogenerador debe garantizar abastecer energía bajo las condiciones dadas; por lo tanto, se diseña el sistema eólico con una potencia de 3 KW.

3.2 Realizar un estudio del potencial eólico de la zona de influencia del proyecto, en función a las mediciones de la velocidad del viento, como también a la información estadística existente.

3.2.1. Coordenadas de Laguna Huanama - distrito de Salas

El centro de salud de Laguna Huanama, está ubicado en el caserío que lleva su mismo nombre, en el distrito de salas perteneciente al departamento de Lambayeque con coordenadas:

Tabla 8.

| Coordenadas de la Ubicación De Laguna Huanama - Salas | |
|---|----------------------------------|
| Latitud Sur | 5° 59' 7.1" S (-5.98530772000) |
| Longitud Oeste | 79° 28' 4.4" W (-79.46788186000) |
| Altitud | 2733 msnm |

Fuente: atlas geográfico

Coordenadas de la ubicación Geográfica de Laguna Huanama.

Figura 8.



Fuente: Atlas Geográfico

Mapa geográfico del Distrito de Salas

3.2.2. Velocidad promedio del viento en el distrito salas

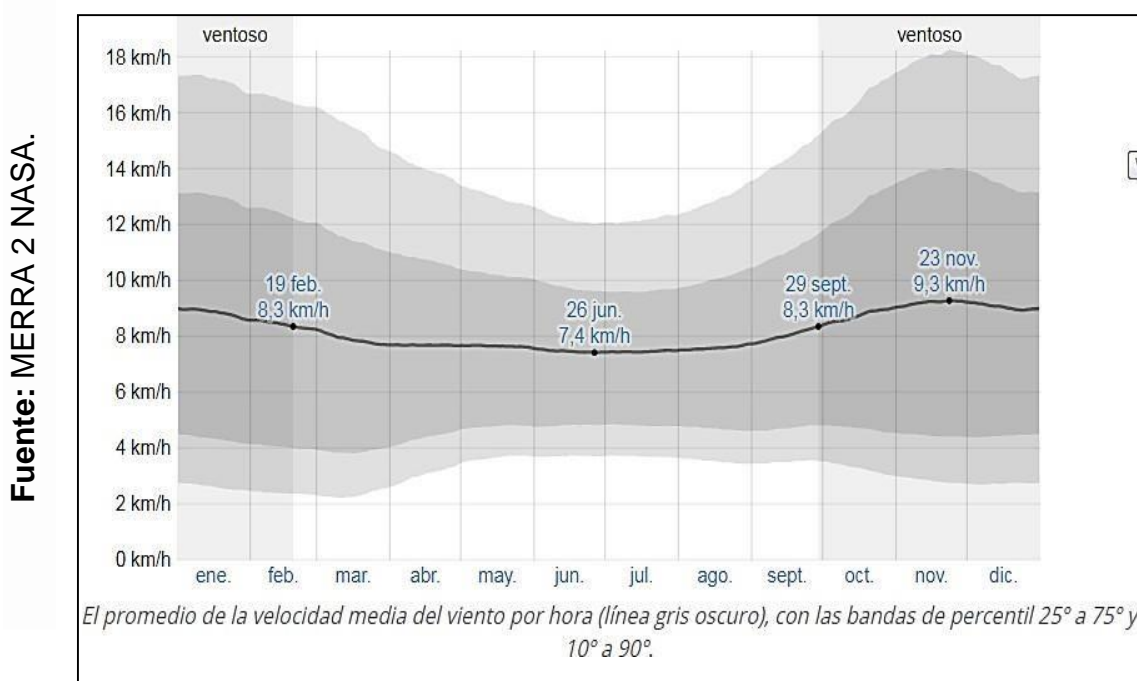
Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

La velocidad promedio del viento por hora en Lagunas - Salas tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año.

La parte más ventosa del año dura 4,7 meses, del 29 de septiembre al 19 de febrero, con velocidades promedio del viento de más de 8,3 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 23 de noviembre, con una velocidad promedio del viento de 9,3 kilómetros por hora.

El tiempo más calmado del año dura 7,3 meses, del 19 de febrero al 29 de septiembre. El día más calmado del año es el 26 de junio, con una velocidad promedio del viento de 7,4 kilómetros por hora.

Figura 9.

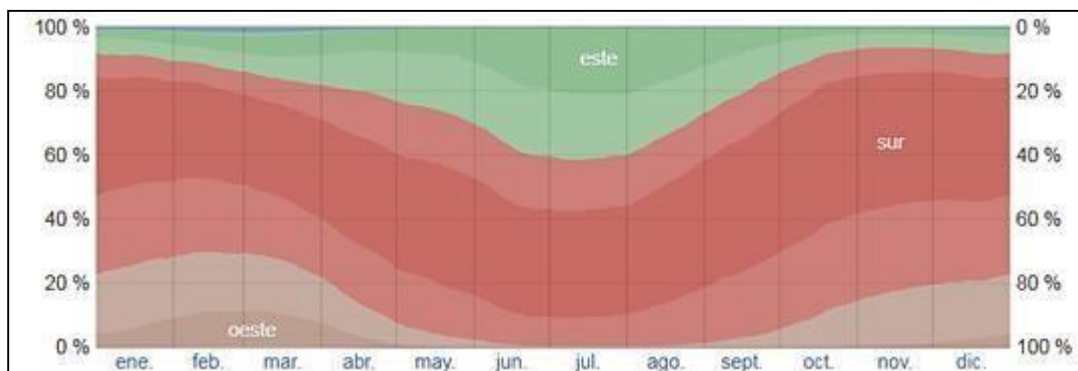


Velocidad Promedio del Viento en Lagunas – Salas

El porcentaje de horas en las que la dirección del viento viene de cada uno de los cuatro puntos cardinales (norte, este, sur y oeste), excluidas las horas en la que la velocidad media del viento es menos de 2km/h. las áreas de colores claros en los límites son el porcentaje de horas que pasa en las direcciones intermedias implícitas (noreste, sureste, suroeste y noroeste) en la figura 11 se detalla.

Figura 10.

Fuente: MERRA 2. NASA.



Dirección del viento en Lagunas - Salas

3.2.3. Mediciones realizadas

Se procedió a realizar las mediciones de la velocidad del viento, para lo cual se utilizó un anemómetro calibrado, con un rango de medición de 0 -20 m/s.

Las mediciones se realizaron, siguiendo el siguiente procedimiento.

- a) Se estableció que las lecturas de medición de la velocidad del aire, empezando desde los 10mt hasta una altura de 12mt sobre el nivel del piso terminado.
- b) Para la medición se instaló el anemómetro en una torre portátil, con ampliaciones de longitud de 2mt.
- c) Para cada altura, se realizó la toma de 4 lecturas, con intervalos de tiempo de 1 hora, para luego obtener el promedio de las lecturas.
- d) Se hizo la medición en 4 meses y semanas distintos:

3.2.4. Resultados de las mediciones

1. Primera semana de febrero a 10mt de altura

Tabla 9.

| Horas de medición | Domingo (m/s) | Martes (m/s) | Jueves (m/s) | Viernes (m/s) |
|-------------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| 5am-6am | 3.29 | 3.31 | 3.47 | 3.36 |
| 6am-7am | 3.48 | 3.58 | 3.87 | 3.64 |
| 7am-8pm | 3.57 | 3.40 | 3.59 | 3.52 |
| 8am-9am | 3.64 | 3.74 | 3.69 | 3.69 |
| 9am-10am | 3.54 | 3.72 | 3.79 | 3.68 |
| 10am-11am | 3.77 | 3.82 | 3.78 | 3.79 |
| 11am-12pm | 3.93 | 3.93 | 3.90 | 3.92 |
| 12pm-1pm | 4.65 | 3.94 | 3.98 | 4.19 |
| 1pm-2pm | 4.61 | 4.59 | 4.56 | 4.59 |
| 2pm-3pm | 4.64 | 4.69 | 4.64 | 4.66 |
| 3pm-4pm | 4.70 | 4.62 | 4.71 | 4.68 |
| 4pm-5pm | 4.72 | 4.74 | 4.75 | 4.74 |
| 5pm-6pm | 4.73 | 4.77 | 4.76 | 4.75 |
| 6pm-7pm | 4.71 | 4.71 | 4.78 | 4.73 |
| 7pm-8pm | 4.76 | 4.84 | 4.73 | 4.78 |

Fuente: Autoría Propia

Mediciones de velocidad de viento a diferentes días y horas a 10mt de alturas

2. Primera Semana de marzo altura 12mt

Tabla 10.

| Horas de medición | Lunes (m/s) | miércoles (m/s) | Viernes (m/s) | Sábado (m/s) |
|-------------------|-------------|-----------------|---------------|--------------|
| 6am-7am | 4.18 | 4.23 | 4.28 | 4.23 |
| 7am-8am | 4.35 | 4.48 | 4.56 | 4.46 |
| 8am-9am | 4.46 | 4.52 | 4.49 | 4.49 |
| 9am-10am | 4.58 | 4.67 | 4.61 | 4.62 |
| 10am-11am | 4.59 | 4.69 | 4.74 | 4.67 |
| 11am-12pm | 4.71 | 4.78 | 4.73 | 4.74 |
| 12pm-1pm | 4.91 | 4.91 | 4.88 | 4.90 |
| 1pm-2pm | 5.64 | 4.93 | 4.97 | 5.18 |
| 2pm-3pm | 5.78 | 5.74 | 5.70 | 5.74 |
| 3pm-4pm | 5.84 | 5.86 | 5.80 | 5.83 |
| 4pm-5pm | 5.87 | 5.81 | 5.89 | 5.86 |
| 5pm-6pm | 5.90 | 5.92 | 5.94 | 5.92 |
| 6pm-7pm | 5.92 | 5.96 | 5.93 | 5.93 |
| 7pm-8pm | 5.94 | 5.93 | 5.97 | 5.94 |
| 8pm-9pm | 5.95 | 5.94 | 5.98 | 5.95 |

Fuente: Autoría Propia

Mediciones de velocidad de viento a diferentes días y Horas 12mt altura

3. Segunda semana de mayo 10mt altura.

Tabla 11.

Fuente: Autoría Propia

| Horas de medición | martes (m/s) | Jueves (m/s) | Sábado (m/s) | Lunes (m/s) |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|-------------|
| 6pm-7pm | 4.39 | 4.61 | 4.61 | 4.54 |
| 7pm-8pm | 4.64 | 4.77 | 4.85 | 4.75 |
| 8pm-9pm | 4.74 | 4.88 | 4.76 | 4.79 |
| 9pm-10pm | 4.81 | 4.92 | 4.91 | 4.88 |
| 10pm-11pm | 5.03 | 5.13 | 5.19 | 5.12 |
| 5am-6am | 5.16 | 5.23 | 5.18 | 5.19 |
| 6am-7am | 5.31 | 5.38 | 5.34 | 5.34 |
| 7am-8am | 5.97 | 5.40 | 5.44 | 5.60 |
| 8am-9am | 6.33 | 6.28 | 6.24 | 6.28 |
| 9am-10am | 6.33 | 6.35 | 6.29 | 6.33 |
| 10am-11am | 6.36 | 6.30 | 6.39 | 6.35 |
| 11am-12pm | 6.40 | 6.42 | 6.44 | 6.42 |
| 12pm-1pm | 6.29 | 6.33 | 6.30 | 6.31 |
| 1pm-2pm | 6.30 | 6.29 | 6.33 | 6.30 |
| 2pm-3pm | 6.31 | 6.30 | 6.34 | 6.31 |

Mediciones de velocidad de viento a diferentes días y horas 10mt alturas

4. Primera semana de junio 12mt altura

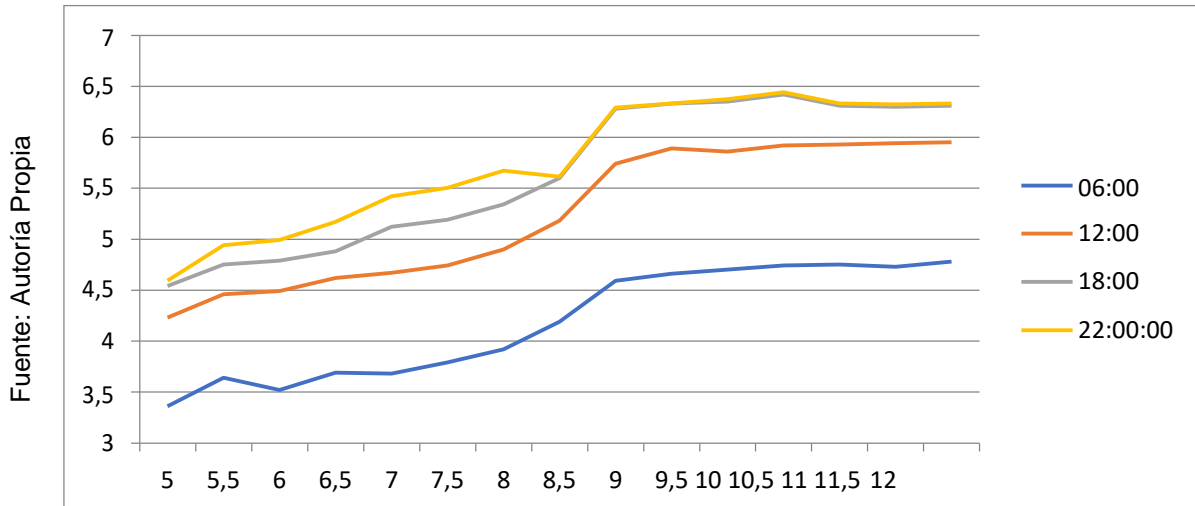
Tabla 12.

Fuente: Autoría Propia

| Horas de medición | Lunes (m/s) | Miércoles (m/s) | Vieres (m/s) | Sábado (m/s) |
|-------------------|-------------|-----------------|--------------|--------------|
| 1pm-2pm | 4.43 | 4.65 | 4.68 | 4.59 |
| 2pm-3pm | 4.83 | 4.96 | 5.04 | 4.94 |
| 3pm-4pm | 4.93 | 5.08 | 4.95 | 4.99 |
| 4pm-5pm | 5.10 | 5.22 | 5.20 | 5.17 |
| 5pm-6pm | 5.33 | 5.44 | 5.50 | 5.42 |
| 6pm-7pm | 5.46 | 5.54 | 5.49 | 5.50 |
| 7pm-8pm | 5.63 | 5.70 | 5.67 | 5.67 |
| 8pm-9m | 5.98 | 5.40 | 5.44 | 5.61 |
| 9pm-10pm | 6.34 | 6.29 | 6.24 | 6.29 |
| 5am-6am | 6.34 | 6.36 | 6.30 | 6.33 |
| 6am-7am | 6.38 | 6.32 | 6.40 | 6.37 |
| 7am-8am | 6.42 | 6.44 | 6.46 | 6.44 |
| 8am-9am | 6.31 | 6.35 | 6.32 | 6.33 |
| 9am-10am | 6.31 | 6.30 | 6.34 | 6.32 |
| 10am-11am | 6.32 | 6.31 | 6.35 | 6.33 |

Mediciones de velocidad de viento a diferentes días y horas a 12mt altura

Figura 11.



Evolución de la Velocidad del viento a diferentes alturas del nivel de piso y a diferentes horas

3.2.5. Análisis de Weibull para las velocidades del viento

Análisis Probabilístico de Weibull para determinar el valor de la velocidad del viento, para el diseño de la turbina eólica.

El viento en la zona tiene valores significativos a partir de las 12:00 horas, sin embargo, se realiza el análisis de probabilidad de ocurrencia en las 4 mediciones realizadas, y mediante el análisis probabilístico se determina la velocidad del viento de diseño del aerogenerador.

Probabilidad de la velocidad del viento: Las mediciones corresponden de 10mt hasta los 12. metros de altura.

Tabla 13.

Fuente: Guía de Observación creación propia

| Horario de medición | Altura 10mt (m/s) |
|---------------------|-------------------|
| 5am-6am | 3.36 |
| 6am-7am | 3.64 |
| 7am-8pm | 3.52 |
| 8am-9am | 3.69 |
| 9am-10am | 3.68 |
| 10am-11am | 3.79 |
| 11am-12pm | 3.92 |
| 12pm-1pm | 4.19 |
| 1pm-2pm | 4.59 |
| 2pm-3pm | 4.66 |
| 3pm-4pm | 4.7 |
| 4pm-5pm | 4.74 |
| 5pm-6pm | 4.75 |
| 6pm-7pm | 4.73 |
| 7pm-8pm | 4.78 |

Velocidad del viento a diferentes alturas 10mt velocidad del viento m/s

Probabilidad de Niveles de velocidad de viento: Con el uso del software libre de cálculo, se realiza el análisis de weibull, con los datos:

El procedimiento se realiza:

a) Mediante la ecuación $Rango = ((Mx - 0.3) / (N + 0.4))$, se determina la mediana de la lista de observaciones, donde Mx, es la medida del valor de velocidad del viento en la posición x y N, es el número de observaciones durante las horas de medición.

b) La función de Weibull, expresado en función exponencial, se resuelve lienalizando los ejes cartesianos, mediante el logaritmo de la función, tanto para el x como para el eje y, que finalmente constituyen puntos que se enmarcan en una ecuación de la recta.

c) En el eje Y, queda la **expresión de $\ln(\ln(1/(1 - \text{Median Rank})))$** , y en el eje X, los valores de las mediciones de velocidad del viento.

Tabla 14.

Fuente: Solver Microsoft Excel creación propia

| Velocidad del viento a diferentes horas 10mt | Mediana | Median Ranks | $1/(1-\text{Median Rank})$ | $\ln(\ln(1/(1-\text{Median Rank})))$ | $\ln(\text{Velocidad del viento})$ |
|--|---------|--------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| 3.36 | 1 | 0.045 | 1.048 | -3.07 | 1.21 |
| 3.64 | 2 | 0.110 | 1.124 | -2.15 | 1.29 |
| 3.52 | 3 | 0.175 | 1.213 | -1.65 | 1.26 |
| 3.69 | 4 | 0.240 | 1.316 | -1.29 | 1.31 |
| 3.68 | 5 | 0.305 | 1.439 | -1.01 | 1.30 |
| 3.79 | 6 | 0.370 | 1.588 | -0.77 | 1.33 |
| 3.92 | 7 | 0.435 | 1.770 | -0.56 | 1.37 |
| 4.19 | 8 | 0.500 | 2.000 | -0.37 | 1.43 |
| 4.59 | 9 | 0.565 | 2.299 | -0.18 | 1.52 |
| 4.66 | 10 | 0.630 | 2.702 | -0.01 | 1.54 |
| 4.7 | 11 | 0.695 | 3.277 | 0.17 | 1.55 |
| 4.74 | 12 | 0.760 | 4.162 | 0.35 | 1.56 |
| 4.75 | 13 | 0.825 | 5.704 | 0.55 | 1.56 |
| 4.73 | 14 | 0.890 | 9.059 | 0.79 | 1.55 |
| 4.78 | 15 | 0.955 | 22.000 | 1.13 | 1.56 |

Distribución de Weibull

La solución de la probabilidad de weibull, se desarrolla por el método de los mínimos cuadrados, en el cual se convierte la función logarítmica en función lineal mediante la ecuación dos veces exponencial, para lo cual se utiliza el comando solver del Microsoft Excel.

$$\begin{aligned} \text{Beta (parametro pendiente)} &= 8.13 \\ \text{Eta (Caracteristica vida)} &= 4 \end{aligned}$$

En función a ello, se tiene la siguiente tabla de probabilidad de ocurrencia de que suceda el evento

Tabla 15.

Fuente: Solver Microsoft Excel
creación propia

| Velocidad del viento en diferentes horarios | Probabilidad % |
|---|----------------|
| 3.36 | 89.97 |
| 3.64 | 81.67 |
| 3.52 | 85.71 |
| 3.69 | 79.75 |
| 3.68 | 80.14 |
| 3.79 | 75.48 |
| 3.92 | 69.08 |
| 4.19 | 52.95 |
| 4.59 | 26.33 |
| 4.66 | 22.11 |
| 4.7 | 19.84 |
| 4.74 | 17.67 |
| 4.75 | 17.15 |
| 4.73 | 18.20 |
| 4.78 | 15.64 |

Probabilidad de ocurrencia con análisis Weibull

Interpretación: Según el análisis probabilístico de weibull, para los registros de velocidad de viento, la probabilidad que se presente el mismo valor de velocidad lo determina los valores de probabilidad. En las siguiente semana y horas se tiene que existe la probabilidad de 89.97% de que la velocidad de 3.36 m/s se presenta a los 10 metros de altura sobre el piso terminado.

Probabilidad de la velocidad del viento

Las mediciones corresponden a 12 mt de altura en los horarios diferentes

Tabla 16.

| | | Horario de medición | Promedio (m/s) |
|-----------|------|--|----------------|
| | | Fuente: Guía de Observación creación propia | 6am-7am |
| 7am-8am | 4.46 | | |
| 8am-9am | 4.49 | | |
| 9am-10am | 4.62 | | |
| 10am-11am | 4.67 | | |
| 11am-12pm | 4.74 | | |
| 12pm-1pm | 4.9 | | |
| 1pm-2pm | 5.18 | | |
| 2pm-3pm | 5.74 | | |
| 3pm-4pm | 5.89 | | |
| 4pm-5pm | 5.86 | | |
| 5pm-6pm | 5.92 | | |
| 6pm-7pm | 5.93 | | |
| 7pm-8pm | 5.94 | | |
| 8pm-9pm | 5.95 | | |

Velocidad del viento a diferentes horarios

Tabla 17.

| | | Velocidad del viento a diferentes horas 12mt | Mediana | Median Ranks | $1/(1-\text{Median Rank})$ | $\ln(\ln(1/(1-\text{Median Rank})))$ | $\ln(\text{Velocidad del viento})$ |
|------|----|--|---------|--------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | Fuente: Solver Microsof Excel creación propia | 4.23 | 1 | 0.045 | 1.048 | -3.07 |
| 4.46 | 2 | | 0.110 | 1.124 | -2.15 | 1.50 | |
| 4.49 | 3 | | 0.175 | 1.213 | -1.65 | 1.50 | |
| 4.62 | 4 | | 0.240 | 1.316 | -1.29 | 1.53 | |
| 4.67 | 5 | | 0.305 | 1.439 | -1.01 | 1.54 | |
| 4.74 | 6 | | 0.370 | 1.588 | -0.77 | 1.56 | |
| 4.9 | 7 | | 0.435 | 1.770 | -0.56 | 1.59 | |
| 5.18 | 8 | | 0.500 | 2.000 | -0.37 | 1.64 | |
| 5.74 | 9 | | 0.565 | 2.299 | -0.18 | 1.75 | |
| 5.89 | 10 | | 0.630 | 2.702 | -0.01 | 1.77 | |
| 5.86 | 11 | | 0.695 | 3.277 | 0.17 | 1.77 | |
| 5.92 | 12 | | 0.760 | 4.162 | 0.35 | 1.78 | |
| 5.93 | 13 | | 0.825 | 5.704 | 0.55 | 1.78 | |
| 5.94 | 14 | | 0.890 | 9.059 | 0.79 | 1.78 | |
| 5.95 | 15 | | 0.955 | 22.000 | 1.13 | 1.78 | |

Distribución de Weibull

Beta (parametro pendiente) = 19.400
 Eta (Caracteristica vida) = 5.54

Tabla 18.

Fuente: Solver Microsoft Excel
creación propia

| Velocidad del viento en diferentes horarios | Probabilidad (%) |
|---|------------------|
| 4.23 | 99.47 |
| 4.46 | 98.52 |
| 4.49 | 98.32 |
| 4.62 | 97.09 |
| 4.67 | 96.43 |
| 4.74 | 95.26 |
| 4.9 | 91.17 |
| 5.18 | 76.22 |
| 5.74 | 13.67 |
| 5.89 | 3.76 |
| 5.86 | 5.12 |
| 5.92 | 2.67 |
| 5.93 | 2.37 |
| 5.94 | 2.09 |
| 5.95 | 1.84 |

Resultado de análisis probabilístico de Weibull

Interpretación:

Según el análisis probabilístico de weibull, a los 12mt se tiene una probabilidad de 99.47% de que la velocidad del viento sea 4.23 m/s

Probabilidad de la velocidad del viento

Las mediciones corresponden a 10 mt de altura en diferentes horarios del día

Tabla 19.

| | | Horario de medición | Promedio (m/s) |
|-----------|------|--|----------------|
| | | Fuente: Guía de Observación creación propia | 6pm-7pm |
| 7pm-8pm | 4.75 | | |
| 8pm-9pm | 4.79 | | |
| 9pm-10pm | 4.88 | | |
| 10pm-11pm | 5.12 | | |
| 5am-6am | 5.19 | | |
| 6am-7am | 5.34 | | |
| 7am-8am | 5.6 | | |
| 8am-9am | 6.28 | | |
| 9am-10am | 6.33 | | |
| 10am-11am | 6.35 | | |
| 11am-12pm | 6.42 | | |
| 12pm-1pm | 6.31 | | |
| 1pm-2pm | 6.3 | | |
| 2pm-3pm | 6.31 | | |

Velocidad del viento a diferentes horarios

Tabla 20.

| | | Velocidad del viento a diferentes horas 10mt | Mediana | Median Ranks | $1/(1-\text{Median Rank})$ | $\ln(\ln(1/(1-\text{Median Rank})))$ | $\ln(\text{Velocidad del viento})$ |
|------|----|--|---------|--------------|----------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|
| | | Fuente: Solver Microsoft Excel | 4.54 | 1 | 0.045 | 1.048 | -3.07 |
| 4.75 | 2 | | 0.110 | 1.124 | -2.15 | 1.56 | |
| 4.79 | 3 | | 0.175 | 1.213 | -1.65 | 1.57 | |
| 4.88 | 4 | | 0.240 | 1.316 | -1.29 | 1.59 | |
| 5.12 | 5 | | 0.305 | 1.439 | -1.01 | 1.63 | |
| 5.19 | 6 | | 0.370 | 1.588 | -0.77 | 1.65 | |
| 5.34 | 7 | | 0.435 | 1.770 | -0.56 | 1.68 | |
| 5.6 | 8 | | 0.500 | 2.000 | -0.37 | 1.72 | |
| 6.28 | 9 | | 0.565 | 2.299 | -0.18 | 1.84 | |
| 6.33 | 10 | | 0.630 | 2.702 | -0.01 | 1.85 | |
| 6.35 | 11 | | 0.695 | 3.277 | 0.17 | 1.85 | |
| 6.42 | 12 | | 0.760 | 4.162 | 0.35 | 1.86 | |
| 6.31 | 13 | | 0.825 | 5.704 | 0.55 | 1.84 | |
| 6.3 | 14 | | 0.890 | 9.059 | 0.79 | 1.84 | |
| 6.31 | 15 | | 0.955 | 22.000 | 1.13 | 1.84 | |

Distribución de Weibull

Beta (parametro pendiente) = 8.220
 Eta (Caracteristica vida) = 5.540

Tabla 21.

Fuente: Solver Microsof Excel
Creación propia

| Velocidad del viento en diferentes horarios | Probabilidad % |
|---|----------------|
| 4.54 | 82.31 |
| 4.75 | 75.40 |
| 4.79 | 73.90 |
| 4.88 | 70.29 |
| 5.12 | 59.27 |
| 5.19 | 55.72 |
| 5.34 | 47.75 |
| 5.6 | 33.53 |
| 6.28 | 6.06 |
| 6.33 | 5.02 |
| 6.35 | 4.64 |
| 6.42 | 3.47 |
| 6.31 | 5.42 |
| 6.3 | 5.63 |
| 6.31 | 5.42 |

Resultado de análisis probabilístico de Weibull

Interpretación:

Según el análisis probabilístico de weibull, en las primeras horas se tiene una probabilidad de 82.31% de que la velocidad del viento sea 4.54 m/s a una altura de 10mt, pero para una altura de 12m en diferente hora, la probabilidad de 94.12% la velocidad del viento sería de 3.36m/s

Probabilidad de la velocidad del viento

Las mediciones corresponden 10mt hasta los 12.00 mt de altura.

Tabla 22.

Fuente: Guía de Observación

Creación propia

| Horarios de medicion | Promedio (m/s) |
|----------------------|----------------|
| 1pm-2pm | 4.59 |
| 2pm-3pm | 4.94 |
| 3pm-4pm | 4.99 |
| 4pm-5pm | 5.17 |
| 5pm-6pm | 5.42 |
| 6pm-7pm | 5.5 |
| 7pm-8pm | 5.67 |
| 8pm-9m | 5.61 |
| 9pm-10pm | 6.29 |
| 5am-6am | 6.33 |
| 6am-7am | 6.37 |
| 7am-8am | 6.44 |
| 8am-9am | 6.33 |
| 9am-10am | 6.32 |
| 10am-11am | 6.33 |

Velocidad del viento a diferentes horas

Tabla 23.

Fuente: Solver Microsof Excel

creación propia

| Velocidad del viento a diferentes horas 12mt | Mediana | Median Ranks | 1/(1-Median Rank) | ln(ln(1/(1-Median Rank))) | ln(Velocidad del viento) |
|--|---------|--------------|-------------------|---------------------------|--------------------------|
| 4.59 | 1 | 0.045 | 1.048 | -3.07 | 1.52 |
| 4.94 | 2 | 0.110 | 1.124 | -2.15 | 1.60 |
| 4.99 | 3 | 0.175 | 1.213 | -1.65 | 1.61 |
| 5.17 | 4 | 0.240 | 1.316 | -1.29 | 1.64 |
| 5.42 | 5 | 0.305 | 1.439 | -1.01 | 1.69 |
| 5.5 | 6 | 0.370 | 1.588 | -0.77 | 1.70 |
| 5.67 | 7 | 0.435 | 1.770 | -0.56 | 1.74 |
| 5.61 | 8 | 0.500 | 2.000 | -0.37 | 1.72 |
| 6.29 | 9 | 0.565 | 2.299 | -0.18 | 1.84 |
| 6.33 | 10 | 0.630 | 2.702 | -0.01 | 1.85 |
| 6.37 | 11 | 0.695 | 3.277 | 0.17 | 1.85 |
| 6.44 | 12 | 0.760 | 4.162 | 0.35 | 1.86 |
| 6.33 | 13 | 0.825 | 5.704 | 0.55 | 1.85 |
| 6.32 | 14 | 0.890 | 9.059 | 0.79 | 1.84 |
| 6.33 | 15 | 0.955 | 22.000 | 1.13 | 1.85 |

Distribución de Weibull

Beta (parametro pendiente) = 9.790
 Eta (Caracteristica vidad) = 6.045

Tabla 24.

Fuente: Solver Microsof Excel
 creación propia

| Velocidad del viento en diferentes horarios | Probabilidad % |
|---|----------------|
| 4.54 | 94.12 |
| 4.75 | 90.99 |
| 4.79 | 90.26 |
| 4.88 | 88.43 |
| 5.12 | 82.14 |
| 5.19 | 79.87 |
| 5.34 | 74.30 |
| 5.6 | 62.31 |
| 6.28 | 23.40 |
| 6.33 | 20.81 |
| 6.35 | 19.81 |
| 6.42 | 16.49 |
| 6.31 | 21.83 |
| 6.3 | 22.35 |
| 6.31 | 21.83 |

Resultado de análisis probabilístico de Weibull

Interpretación:

Según el análisis probabilístico de weibull, en las primeras horas se tiene una probabilidad de 94.12% de que la velocidad del viento sea 4.54 m/s a una altura de 12mt, pero para una altura de 10mt en diferente hora, la probabilidad de 89.97% la velocidad del viento sería de 3.36m/s

De las probabilidades encontradas a la altura de 10 metros, es la más adecuada porque los valores son mayores en todos los casos.

3.3. Seleccionar los dispositivos electromecánicos del sistema eólico.

3.3.1. Análisis de Decisión para la Elección del Tipo de Aerogenerador

En el proceso de selección del tipo de generador eólico a diseñar, se incluye un análisis comparativo de las soluciones de diseño disponibles, teniendo en cuenta diferentes parámetros tales como, la zona donde va a estar instalado el aerogenerador, el potencial eólico disponible, tamaño, condiciones para el mantenimiento, entre otros. Es por ello que, con base en el proceso de diseño expuesto por Norton [32], se hace uso de una matriz de decisión, con la cual se resume la evaluación de cada alternativa conforme a cada criterio.

La mayor parte de las turbinas mini-eólicas utilizan palas fabricadas con metal plaqueado: poliéster reforzado con fibra de vidrio o, en menor proporción, con fibras de carbono, y raramente madera. Se ha dejado de utilizar el aluminio por su tendencia a deformarse bajo esfuerzo.

3.3.2. Cálculo de la Potencia del viento.

$$P_d = 0.7 \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$$

Dónde:

P: Densidad del aire.

A: Área de barrido, en 10m².

V: Velocidad del viento. 3.36m/s

Para el área de barrido, se utiliza la información del manual del fabricante que utiliza 10 m² de área de barrido para aerogenerador que genera potencias mayores.

$$P_d = 0.7 * 1.27 * 10 * 6^3$$

$$P_d = 1920.24 \text{ Watt}$$

3.3.3. Especificaciones Técnicas Aerogenerador

Figura 12.

Fuente: Manual de fabricante GESIS



Turbina a utilizar, de 3 aspas y eje horizontal

3.3.4. Características

- Utiliza generador de imanes permanentes
- Torque de arranque bajo
- Alta eficiencia de generación
- Aspas de fibra de vidrio reforzada
- Uso de imanes de neodimio y cojinetes de alto desempeño.

Tabla 25.

| Características técnicas | GESIS-3KW |
|---|-----------------------------|
| Potencia nominal | 3 kW |
| Diámetro de las Aspas (m) | 5.0 m |
| Voltaje de entrada del controlador / inversor | 220 Vcc |
| Velocidad de Rotación Nominal | 220 rpm |
| Potencia de Salida Máxima | 4.5 kW |
| Velocidad del Viento, de Arranque | 3 m/s (10.8 km/h) |
| Velocidad del Viento, Nominal | 9 m/s (32.4 km/h) |
| Velocidad del Viento, de Trabajo | 3 – 25 m/s (10.8 – 90 km/h) |
| Velocidad Máx del Viento, de Seguridad | 40 m/s (144 km/h) |
| Altura de la Torre | 8 m |
| Diámetro / Cedula de la Torre | ∅133 mm / 5 mm |
| Disponible como sistema para interconexión a CFE | Sí |
| Disponible como sistema autónomo | Sí |
| Banco de Baterías Sugerido (para sistemas autónomos) | 12V / 100AH (18 piezas) |

Fuente: Manual de fabricante GESIS

Características técnicas de Aerogenerador**3.3.5. Selección del equipo del control de regulación de carga**

Con lo que respecta al regulador de carga, el aerogenerador viene con su propio regulador, el funcionamiento del regulador es en primer lugar controlar el estado de la batería evitando sobrecargas de la misma y controlando el funcionamiento del aerogenerador.

En el momento en el que las baterías estén cargadas al valor pre programado, el regulador hará que el aerogenerador se frene evitando sobrecargas de las baterías. La forma de realizar ese frenado es mediante impulsos eléctricos, es decir, introduciendo cargas controladas al aerogenerador. El voltaje de regulación viene predefinido de fábrica, a continuación, se presentan sus características técnicas:

Tabla 26.

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| Fuente: Manual de fabricante ENAIR | Marca | ENAIR |
| | Modelo | FM 60 |
| | Capacidad | 60 A |
| | Potencia máxima matriz MF | 5 500 W |
| | Voltaje circuito abierto (Voc) | 145 V |
| | Consumo en espera | menor a 1 W |
| | Eficiencia | 97.50% |
| | Dimensiones | 40 x 14 x 10 cm |
| | Peso | 5.3 Kg |

Características Generales Del Regulador De Carga

3.3.6. Torre monoposte

La Torre Monoposte se utiliza ampliamente en aerogeneradores de 1kW hasta 50 kW. La Torre Monoposte tiene buena apariencia, estructura confiable y fácil de instalar. La velocidad de viento de supervivencia es 50 m/s. El tiempo de sustentación de diseño es de 20 años para una torre monoposte.

3.3.7. Características

Longitud: 12 m

Torre Material: acero galvanizado (Límite elástico: 345MPa) o Q420 (Límite elástico: 420MPa),

Galvanización en caliente: El espesor 1/8" está incluido la superficie interior de la torre.

La capa del polvo: El espesor mínimo es de 120µm

Estándar de calidad: CE, ISO9001.

3.3.8. Selección de la batería

A continuación, se presenta la siguiente tabla el tipo de batería seleccionada.

$$C_T > = \frac{1,1 \times 3 \times 5 \, 289}{0,6 * 24}$$

$$C_T > = 1 \, 212,06 \text{ Ah}$$

Tabla 27.

Fuente: Manual de fabricante ROLLS SURRETTE

| Marca | ROLLS SURRETTE |
|-----------------------------|-----------------------|
| Modelo | 48CS 11P |
| Tipo de batería | Monobloc |
| Tensión nominal | 48 V |
| Capacidad a 100 hr | 503 Ah |
| Tensión de circuito abierto | 12,6 V |
| Dimensiones | 55,9 x 28,6 x 46,4 cm |
| Peso con electrolito | 123,5 Kg |

Características generales de la batería seleccionada

Comprobación de la capacidad mínima necesaria del banco de baterías.

$$C_T > = \frac{15 \, 000}{(0,2 \times 48)}$$

$$C_T > = 1550 \text{ Ah}$$

Cálculo del número de baterías en paralelo a conectar.

$$N_{P \text{ bat}} = \frac{1 \, 212,06 \text{ Ah}}{503}$$

$$N_{P \text{ bat}} = 3 \text{ baterias}$$

3.3.9. Selección del inversor de potencia

Cálculo de la potencia de entrada del inversor

$$\text{Potencia de entrada del inversor} = \frac{1000}{0,975}$$

$$\text{Potencia de entrada del inversor} = 1043 \text{ W}$$

Calculo del número de inversores.

$$\text{Numero de inv.} = \frac{\text{Potencia de entrada del inversor}}{\text{potencia de cada inversor}}$$

$$\text{Numero de inv.} = \frac{1043}{1600} = 1 \text{ inversores}$$

El inversor seleccionado será:

Tabla 28.

| Marca | SOLOSTOCKS |
|----------------------|------------|
| Modelo | Suvpr |
| Tensión de entrada | 48 V |
| Tensión de salida | 110/220 ac |
| Potencia máxima | 1000 W |
| Potencia continua | 900 W |
| Corriente de entrada | 40 A |
| Frecuencia | 60 HZ |
| Eficiencia | 97,5% |

Fuente: SOLOSTOCKS

Características del inversor

Cálculo de la intensidad máxima que debe soportar el tramo batería inversor

$$I_{\max inv} = \frac{1,25 \times 1000}{48 * 0,975}$$

$$I_{\max inv} = 18.92 \text{ A}$$

3.3.10. Selección del conductor

Tabla 29.

| Corriente Máxima (A) | SECCIÓN TRANSVERSAL | | | |
|----------------------------|---------------------|-----|------------------------------|-------------|
| | ALAMBRE DE Cu | | ALAMBRE DE (AL) o (AL+Cu) | |
| | mm ² | AWG | mm ² | AWG o kc |
| 15 | 2.08 | 14 | 3.30 | 12 |
| 20 | 3.61 | 12 | 5.25 | 10 |
| 30 | 4.17 | 11 | 8.36 | 8 |
| 40 | 5.26 | 10 | 8.36 | 8 |
| 60 | 6.63 | 9 | 8.36 | 8 |
| 100 | 8.36 | 8 | 13.29 | 6 |
| 150 | 10.50 | 7 | 17.98 | 5 |
| 200 | 13.29 | 6 | 21.14 | 4 |

El conductor que alimentará de la Batería al Inversor será de 12 AWG (3.61 mm²), seleccionado por capacidad de corriente.

Por caída de tensión, se realiza la verificación del conductor seleccionado:

$$\Delta U = \frac{2 * c * \rho * P * L}{S * U}$$

Dónde:

S: Sección del conductor en mm².

c: Incremento de la resistencia alterna (normalmente c= 1.02).

ρ : Resistividad del conductor a la temperatura de servicio. (0.01786 Ohmios-mm²/m)

P: Potencia activa (Kilowatt).

L: Longitud en Metros. 30 metros es la mayor distancia donde se ubica la carga eléctrica

ΔU : Caída de tensión máxima admisible en voltios en la línea.

U: Tensión Nominal, en voltios.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot 1.06 \cdot 0.01788 \cdot 570 \cdot 30}{3.61 \cdot 220} = 0.81 \text{ Voltios.}$$

Los 0.81 voltios comparados con los 220 voltios de la tensión monofásica que emplean los consumidores eléctricos, por lo tanto, en porcentaje la caída es $0.81 \cdot 220 / 100 = 1.78\%$, que es menor al 5% que determina el CNE para caídas de tensión en el sector rural.

3.4. Evaluar la economía del proyecto, mediante el VAN, TIR y B/C.

3.4.1. Costo de la Inversión.

La inversión del proyecto de uso de la energía eólica, para el suministro de energía, se muestra en la tabla.

Tabla 30.

| Ítem | Unidad | Cantidad | Precio Unitario (S/.) | Precio Total (S/.) |
|--|----------|----------|-----------------------|--------------------|
| Poste para soporte de aerogenerador 12 Metros, Plancha 1/8" | Unidad | 1 | 850 | 650 |
| Aerogenerador 3000 Watt 3 aspas, incluye generador, reducto de velocidad, veleta | Unidad | 1 | 2200 | 2200 |
| Cable 12 AWG | Metros | 30 | 1.4 | 42 |
| Inversor CC/AC 3000 Watt | Unidad | 1 | 210 | 210 |
| Tablero eléctrico (incluye llave termomagnética 20 A | Conjunto | 1 | 200 | 200 |
| Pruebas | Unidad | 1 | 250 | 250 |
| Mantenimiento | Unidad | 1 | 200 | 200 |
| Batería de 48 Voltios | Unidad | 2 | 160 | 320 |
| Mano de Obra | Unidad | 1 | 600 | 600 |
| Transporte | Unidad | 1 | 300 | 300 |
| Total (S/.) | | | | 4972 |

Costo de la Inversión

Fuente: Autoría Propia

3.4.2. Ingresos económicos del Proyecto.

12 Litros diarios de gasolina, son las que emplea el grupo electrógeno existente, el cual se utiliza solo en determinados días, normalmente 2 días por semana; el costo de los 6 Litros de gasolina (3.17 Galones), es de 20.00 Soles al día aproximadamente, es decir un costo total por combustible al mes de 160 Nuevos Soles, que representa para el presente proyecto el ingreso económico, al no utilizar el grupo electrógeno y si el aerogenerador.

3.4.3. Egresos del proyecto.

Costo de Mantenimiento.

Para el caso del costo de mantenimiento preventivo, que consiste en la limpieza, verificación de elementos, ajuste de los accesorios, entre otros, representan el 5% Anual del costo de la inversión del proyecto, es decir $0.05 \cdot 4972 = 248.6$ Soles Anuales, que representan $248.6/12 = 20.71$ Soles.

3.4.4. Flujo de caja del proyecto.

El flujo de caja se realiza con todos los ingresos, egresos e inversión inicial del proyecto, se analiza en el tiempo de 48 meses, debido a que es un proyecto de mediano plazo, tal como se detalla en la tabla

Tabla 31.

Fuente: Autoría Propia

| Mes | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 45 | 46 | 47 | 48 |
|------------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Inversión Inicial (S/.) | 4972 | | | | | | | | | | | | |
| Ingresos (S/.) | | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 | 200 |
| Egresos (S/.) | | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| Utilidad: Ingresos - Egresos (S/.) | | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 | 179 |

Flujo de Caja

3.4.5. Análisis con indicadores económicos.

Valor Actual Neto

Los valores de los ingresos y egresos mensuales, llevándolas al mes cero, donde se inicial el proyecto, con una tasa de interés social de 0.5% Mensual. Se considera una tasa de interés social, debido a que es un proyecto donde el beneficiario es el estado mismo, a través del beneficio de la población.

Utilidad actualizada al tiempo 0:

$$Ia = \frac{In * \sum_{t=0}^{n-1} (1+i)^{-t}}{[i * (1+i)^n]}$$

Dónde:

Ia: Utilidad actualizada al mes 0.

In: Utilidad Mensual (Ingresos – Egresos): S/. 179

i: Tasa de Interés: 0.5% Mensual

n: Número de Meses: 48 (4 años)

Reemplazando valores, para lo cual utilizamos el comando VNA, del Software Microsoft Excel:

Tabla 32.

| Fuente: Hoja de cálculo, comando | Anual | Utilidad Mensual (S/.) | Total |
|----------------------------------|-------|------------------------|-------------|
| | 1 | 179 | 2148 |
| | 2 | 179 | 2148 |
| | 3 | 179 | 2148 |
| | 4 | 179 | 2148 |
| | | VNA(0.005,M15:M62) | S/ .8592.00 |

Cálculo del Valor Actual Neto

Se obtiene: $Ia = S/.8592.00$

Por lo tanto, el valor actual neto es la diferencia entre la utilidad actualizada del proyecto (Ia) y el valor de la inversión: $S/ .8592 - 4972 = S/. 3620.00$

3.4.6. Tasa Interna de Retorno

Para calcular la tasa interna de retorno, se determina haciendo que el ingreso actualizado con una tasa de interés a determinar es igual a la inversión inicial del proyecto.

$$Inv = In * \frac{[(1 + TIR)^n - 1]}{TIR * (1 + TIR)^n}$$

Dónde:

Inv: Inversión Inicial S/.4972

Ia: S/. 179 de Utilidades Mensuales

TIR: Tasa Interna de Retorno.

n; Número de meses: 48 (años)

Tabla 33.

| Anual | Utilidad Mensual (S/.) | Total |
|----------|------------------------|---------------|
| | Inversión | - 4972 |
| 1 | 179 | 2148 |
| 2 | 179 | 2148 |
| 3 | 179 | 2148 |
| 4 | 179 | 2148 |
| | | S/ .8592.00 |
| | TIR(M15:M63).0.5% | 2.5% |

Fuente: Hoja de cálculo, comando TIR Excel

3.4.7. Cálculo de la Tasa Interna de Retorno

Reemplazando valores, y mediante una metodología de aproximaciones o utilizando el software Microsoft Excel, se calcula el valor del TIR, siendo éste igual a 2.5% mensual, que representa un valor superior a la tasa de interés

mensual que oscila al 0.5% mensual.

3.4.8. Relación Beneficio Costo

La relación beneficio / costo está dado por:

$B/C = \text{Utilidades Actualizadas al mes 0} / \text{Inversión inicial del Proyecto}$

Reemplazando valores: $S/ .8592/4972$, es de 1.728

La amortización mensual por el pago del préstamo a una entidad Bancaria de 4972 Soles, se realiza el análisis financiero para el periodo de 48 meses, en el cual la cuota fija mensual de pago del préstamo es de Soles:

Tabla 34.

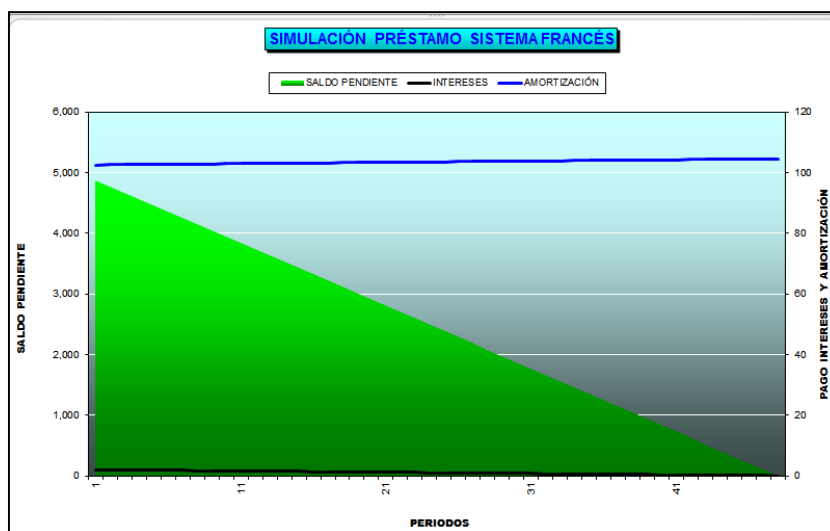
Fuente: Hoja de cálculo, Excel

| ANUAL | INTERESES S/. | AMORTIZACIÓN S/. | PAGO TOTAL S/. | SALDO PENDIENTE S/. |
|-------|---------------|------------------|----------------|---------------------|
| 0 | | | 0.00 | |
| 1 | 22.03 | 1233.69 | 1255.68 | 52884.79 |
| 2 | 15.85 | 1239.88 | 1255.68 | 38046.49 |
| 3 | 9.64 | 1246.1 | 1255.68 | 23133.82 |
| 4 | 3.39 | 1252.34 | 1255.68 | 8146.41 |

Cuadro de amortización reducción cuota

Figura 13.

Fuente: Hoja de cálculo, Excel



Evolución financiera del saldo del capital, intereses y amortización

IV. DISCUSIÓN

En la zona donde se ubica el centro de salud, presenta un potencial eólico favorable, e incluso es percibido por las personas por que la velocidad del viento

es alta, con lo cual el sistema eólico tiende a ser estable debido a que se tiene el recurso con valores con poca varianza en los datos.

La Posta de Salud, al encontrarse en un lugar alejado de la red del sistema interconectado, en donde el proyecto de red primaria resulta siendo muy costoso, se abastecía con energía eléctrica generado por un grupo electrógeno de 2KW, el cuál quema combustible durante las 24 horas del día, existiendo tiempos en el cual no se tiene presupuesto para la adquisición del combustible, con lo cual el servicio a los pacientes, se realizaba sin ningún equipo.

La implementación de un aerogenerador de una potencia de 3000 watt, en el centro médico, tiene un funcionamiento estable por el potencial eólico que presenta la zona, la energía que aquí se generará durante las horas en el cual la velocidad del viento es mayor a 12m/s, que es en horas de la noche, garantiza el almacenamiento de energía eléctrica en el banco de baterías, por un periodo de 12 horas.

En la selección del aerogenerador, se ha tenido en cuenta, aspectos constructivos en donde la acción del viento determine una máxima eficiencia en la transferencia de energía cinética en energía potencial; así como también en el diseño de todos los mecanismos y componentes del almacenamiento de energía eléctrica.

Los costos por cada Kilowatt – hora, en un sistema eólico actualmente tienen un valor entre 0.7 y 0.8 Nuevos Soles, que comparados con el costo de la energía de la red convencional son superiores, pero comparados con los costos de combustibles de un motor estacionario son menores.

V. CONCLUSIONES

5.1. Se realizó el análisis de la situación actual de consumo de energía eléctrica, y se determinó que la máxima demanda es de 570 Watt y el consumo de energía en un día es de 2560 Watt – Hora. Dicho valor se hizo con el diagrama de carga diario en donde se pudo establecer las horas de funcionamiento de cada carga eléctrica y el tiempo de operación de la misma.

5.2. Se realizaron mediciones en días y horas diferentes en 4 periodos, para el registro de la velocidad del viento, se hizo el análisis probabilístico de weibull, se tiene que existe la probabilidad de 89.97% de que la velocidad de 3.36 m/s se presente a los 10 metros de altura sobre el piso terminado.

5.3. El valor actual neto es de S/. 2649.88, la inversión inicial es de S/. 7621.88, la tasa interna de retorno es de 2.5% mensual, en un periodo de 48 meses, la relación beneficio costo es de 1.53; indicadores que hacen viable la ejecución del proyecto.

VI. RECOMENDACIONES

6.1. El sistema eólico se recomienda complementarse con el sistema fotovoltaico, para de esa manera tener la generación de energía eléctrica mas estable para el centro de salud y de esa manera cubrir más los servicios que presta.

6.2. El mantenimiento del sistema debe de realizarse por los mismos usuarios, es decir con un plan de capacitación, los costos de mantenimiento se reducen.

Incentivar a que la población que está a los alrededores, también utilicen la energía eólica como una fuente de energía limpia y con ello tengan acceso a la información.

6.3. Se hace necesario facilitar a las empresas nacionales o distribuidoras de empresas extranjeras, la importacion de equipos de generacion alternativos, para que exista la difusion, comercializacion y se facilite la utilizacion en proyectos de todo tipo, por que lo que no se exhibe, no se vende. Ademas existiria la constante actualizacion de equipos mas desarrollados.

6.4. Un sistema eolico bien diseñado y correctamente ejecutado, provocaria la satisfaccion de los clientes y un cliente satisfecho es la mejor publicidad. Con la cual se puede extender el uso de las energias alternativas y de un sistema eolico en particular.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. **ONU/PUND.** Energía para todos. [En línea] Naciones Unidas, 2016. http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd14/bgrounder_energyforall_sp.pdf.
2. **Chong, ju.** *Rural population and development in the People's Republic of China.* Beijing : Popular Committee of Energy - People's Republic of China, 2010.
3. **AWEA.** *Renewable energy in the United States, what the media does not count.* Arizona-USA : Asociación americana de energía eólica, 2010.
4. **Chercca Ramírez, Juan Avilio.** *APROVECHAMIENTO DEL RECURSO EÓLICO Y SOLAR GENERACIÓN de energía eléctrica y la reducción de emisiones de CO2 en el poblado rural La Gramita de Casma.* Lima - Perú : Tesis de maestría Universidad Nacional de Ingeniería, 2014.
5. **Herrera Barros, Vanessa Catalina.** *Sistema híbrido eólico-fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el departamento de turismo del ilustre Municipio de Baños de Agua Santa.* Ambato-Ecuador : Tesis Universidad Técnica de Ambato, 2011.
6. **Flores Mondragón, Josué y Lazcano López, Juan Pablo.** *Sistema híbrido Eólico-Fotovoltaico para casa habitación con tarifa DAC .* México D.F : Tesis Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.
7. **Rojas Flores, Amancio.** *Energía Eólica.* Argentina : Instituto Argentino de la Energía General Mosconi (IAE), 2010.
8. **Villarrubia, Miguel.** *Energía Eólica.* España : CEAC, 2007, p.35-38.
9. —. *Energía Eólica.* España : CEAC, 2007, p.25-26.
10. **Cortez, Arturo.** *La Energía Eólica Española.* España : s.n., 2013, p.7.
11. **Villarrubia, Miguel.** *Energía Eólica.* España : CEAC, 2007, p.85-94.

12. **Banco Mundial.** Electricidad para las comunidades rurales en el Perú. *Banco Mundial*. [En línea] Banco Mundial, 2014. [Citado el: 18 de 07 de 2017.] <http://www.bancomundial.org/es/results/2014/09/24/peru-brings-electricity-to-rural-communities>.
13. **Millones Olano, Enrique.** *Marco de evaluación de impactos ambientales para el proyecto de electrificación rural en el Perú*. Lima - Perú : Ministerio de Energía y Minas - Perú, 2011.
14. **Valdez, J. F.** *Significado de la electrificación Rural en Países en estado de Desarrollo-Caso Peruano*. Lima - Perú : Tesis Universidad Nacional de Ingeniería, 2009.
15. **INEI.** *Compendio Departamento de Lambayeque*. Lima Peru : INEI, 2013.
16. **Hualpa Huamaní, Maimer Tomás.** *Estudio de factibilidad de sistemas híbridos eólico-solar en el departamento de Moquegua*. Lima - Perú : Tesis Pontificia Universidad Catolica de Perú, 2006.
17. **OSINERGMIN.** *Generación Eléctrica con Recursos Energéticos Renovables No Convencionales en el Perú*. Lima Perú : s.n., 2014.
18. **GWEC Global Wind Engineering Council.** *Reporte 2012 del Concilio Global de Energía Eólica* . 2013.
19. **Muñoz, Yecid Alfonso.** *Optimización de Recursos Energéticos en Zonas Aisladas mediante estrategias de suministro y consumo*. Valencia, España : Tesis Doctoral Universidad Politécnica de Valencia, 2012.
20. **Comisión Europea al Parlamento Europeo y al Consejo.** *Libro Verde sobre la eficiencia energética*. Bruselas : s.n., 2005.
21. **SSPEDT- México.** *Programa especial para el aprovechamiento de energías renovables 2009-2012*. México : Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, 2008.

22. *Energía Eólica Teoría y Características de Instalaciones*. **Iannini, Ricardo, Gonzalez, Jorge y Mastrángelo, Sabino**. [ed.] Secretaría de energía - México. 2007, Boletín Energético.
23. **MINEM**. *Balance nacional de energía*. Lima - Perú : Ministerio de Energía y Minas, 2007.
24. **renovables-energia.com**. Energías renovables. [En línea] 2009. <http://www.renovables-energia.com/2009/05/funcionamiento->.
25. <http://www.amdee.org/>. Energía eólica en el mundo. *Asociación Mexicana de Energía Eólica*. [En línea] 2015. La eólica en el mundo.
26. **McKenzy, Christofer**. *Energy and Economy Trends*. Aucland : New Zealand Energy Chamber, 2011.
27. *¿Pueden los argentinos liderar el sector eólico en Latinoamérica?* **Paoletti , Piero**. [ed.] Universidad Politecnica de Mendoza. 6, Mendoza : s.n., 2012, Energía y Desarrollo, Vol. 11.
28. **Fernández Salgado, José María**. *Guía Completa de la Energía Eólica*. España : s.n., 2011, p.89-110.
29. —. *Guía Completa de la Energía Eólica*. España : s.n., 2011, p.150-159.
30. **Suarez Velasquez, Juan**. *La Energía Eólica y sus Aplicaciones*. México : s.n., 2008, p.16.

Anexo 2. Ficha de validación de instrumento de recolección de datos

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DATOS GENERALES DEL EXPERTO.

Apellidos y Nombres:

Díaz Rioja, José Segundo

Profesión: Lic. Mecánico Eléctrico

Grado académico: Universitario

Actividad laboral actual:

Lic. Projectista en la Gerencia
de Energía y Minas.

El instrumento de recolección de datos a validar es un la entrevista,
cuyo objetivo "DISEÑO DE UN SISTEMA EOLICO PARA
SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA AL PUESTO DE SALUD
LAGUNA HUANAMA SALAS-2018

Con el objetivo de corroborar la validación del instrumento de
recolección de datos, por favor le pedimos responda a las
siguientes interrogantes:

¿Considera pertinente la aplicación de esta entrevista para los fines
establecidos en la investigación?

Es pertinente: Poco pertinente: No es pertinente:

Por favor, indique las razones:

Porque dicha localidad no cuenta
con el servicio de Energia Eléctrica.

¿Considera que la entrevista formula las preguntas suficientes para
los fines establecidos en la investigación?

Son suficientes: Insuficientes:

Por favor, indique las razones:

Porque son las necesarias para recaudar
la información que se necesita.

¿Considera que las preguntas están adecuadamente formuladas de
manera tal que el entrevistado no tenga dudas en la elección y/o
redacción de sus respuestas?

Son adecuadas: Poco adecuadas: Inadecuadas:

Por favor, indique las razones:

Anexo 3. Indicaciones al experto.

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 |

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) | | X | |
| Experiencia como profesional. (EP) | | X | |
| Trabajos estudiados de autores nacionales. (AN) | X | | |
| Trabajos estudiados de autores extranjeros. (AE) | X | | |
| Conocimientos personales sobre el estado del problema de investigación. (CP) | X | | |



José Segundo Díaz Kioja
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

Firma del entrevistado
Estimado(a) experto(a):

Las preguntas son muy claras,
objetivas y explícitas.

Califique los ítems según un criterio de precisión y relevancia para el objetivo del instrumento de recolección de datos.


| Ítem | Precisión | | | Relevancia | | | Sugerencias |
|------|-------------|--------------|---------------|---------------|----------------|-------------|-------------|
| | Muy precisa | Poco precisa | No es precisa | Muy relevante | Poco Relevante | Irrelevante | |
| | X | | | X | | | |
| | X | | | X | | | |
| | X | | | X | | | |

¿Qué sugerencias haría Ud. para mejorar el instrumento de recolección de datos?

Que sea realizada y considere en ítem
de posición (coordenadas geográficas).

Le agradecemos por su colaboración.

Fecha de evaluación:


 José Segundo Díaz Rojas
 INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. C.I.P. N° 104795

Firma del Experto

Anexo 4: Autorizaicón de publicaciúón

| | | |
|--|---|---|
|  UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV | Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 12-12-2018 Página : 1 de 1 |
|--|---|---|

Yo **MILTON HERNAN RUIZ CARRANZA**, identificado con **DNI N° 42194282** egresado de la Escuela de **INGENIERIA MECANICA ELECTRICA**, de la Universidad César Vallejo, autorizo **(SI)**, la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado:

DISEÑO DE UN SISTEMA EÒLICO PARA SUMINISTRAR ENERGIA ELECTRICA AL PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA SALAS-2018; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



FIRMA

DNI: 42194282

FECHA: 12 de DICIEMBRE del 2018

| | | | | | |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|
| Elaboró | Dirección de Investigación | Revisó | Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad | Aprobó | Rectorado |
|---------|----------------------------|--------|---|--------|-----------|



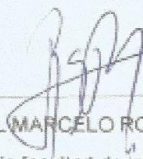
RESOLUCION DE VICERRECTORADO ACADEMICO N°.0011-2016-UCV-VA

YO, MSC. ÁNGEL MARCELO ROJAS CORONEL, docente de la Facultad de Ingeniería de ucv – Filial Chiclayo, y revisor del trabajo académico (Tesis) titulado: “DISEÑO DE UN SISTEMA EÓLICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA AL PUESTO DE SALUD LAGUNA HUANAMA - SALAS 2018” del bachicler de la Escuela profesional de Ingeniería mecánica eléctrica:

MILTON HERNAN RUIZ CARRANZA

Que el citado trabajo académico tiene un índice de similitud 20 %, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, grado de coincidencias irrelevante que convierte el trabajo en aceptable y no constituye plagio, en tanto cumple con todas las normas del uso de citas y referencias establecidas por la universidad cesar vallejo.

Chiclayo, 11 de diciembre del 2018.



MSC. ÁNGEL MARCELO ROJAS CORONEL
Docente de la facultad de ingeniería de Ucv

Diseño de un Sistema Eólico para suministrar energía eléctrica al Puesto de Salud Laguna Huanama - Salas 2018

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

18%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|---|--|-----|
| 1 | Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante | 15% |
| 2 | bibdigital.epn.edu.ec Fuente de Internet | 2% |
| 3 | es.weatherspark.com Fuente de Internet | 1% |
| 4 | aerosolarmexico.com Fuente de Internet | 1% |
| 5 | www.cecun.es Fuente de Internet | <1% |
| 6 | prezi.com Fuente de Internet | <1% |
| 7 | vjekorcm.tripod.com Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1% |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE

EP DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

RUIZ CARRANZA MILTON HERNAN

INFORME TÍTULADO:

SISTEMA DE COSTOS PARA INCREMENTAR LA RENTABILIDAD EN
LOS SERVICIOS BRINDADOS POR LA EMPRESA MOLINERIAS
GRUPO RAM S.A.C. LAMBAYEQUE 2017

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

SUSTENTADO EN FECHA: 15/12/2018

NOTA O MENCIÓN: TRECE (13)



FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN