UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA ARQUITECTURA Y URBANISMO

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

TESIS

GENERACIÓN HÍBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA EN EL DISTRITO DE SALAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA

Autor:

Bach. Pajares Espejo Michael Gustavo

Asesor:

MSC. Villalobos Cabrera Jony

Línea de investigación:

Generación de Energía Renovable

Pimentel - Perú

2017

Título de la tesis

“GENERACIÓN HÍBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA EN EL DISTRITO DE SALAS”

Aprobación de la tesis.

Msc. Rojas Coronel Ángel Marcelo

Presidente del jurado de tesis

Ing. Vives Garnique Juan Carlos

Secretario del jurado de tesis

Msc. Villalobos Cabrera Jony

Vocal del Jurado de tesis

Dedicatoria

A Dios

Le dedico mi trabajo a Dios por haberme brindado el vigor y fortaleza necesaria para persistir en los momentos más complicados para no rendirme, a lo largo de la vida universitaria y así obtener con éxito mi meta.

A mis padres, Marilinda y Gustavo

Por su amor incondicional, consejos, comprensión, y constante amparo, a mis hermanas por estar siempre presentes, acompañándome para así poderme realizar y a todos aquellos que cooperaron directa o indirectamente en la elaboración de esta proyecto de tesis.

Agradecimiento

Al Mg. Jony Villalobos Cabrera por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

Al ingeniero Marcelo Rojas Coronel por sus maravillosas consultas interpretativas donde me ofreció su apoyo en cada clase magistral con la que pudo asesorarme.

Al ingeniero Vives Garnique Juan Carlos por su apoyo incondicional y buen trato en elaboración de esta tesis-

De igual manera agradecemos a todos los docentes que me han brindado su apoyo

A Dios y al universo por haber conspirado para mantenernos firmes y no decaer a pesar las adversidades presentadas durante este gran esfuerzo y dedicación que comprendió nuestra carrera como Ingeniero Mecánico Electricista.

INDICE

RESUMEN xiii

Abstract xiv

Introducción: xv

CAPÍTULO I PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN 1

1.1. Situación problemática: 2

1.2. .Formulación del problema 4

1.3. Delimitación de la investigación 5

1.4. Justificación e importancia 5

1.5. Limitaciones de investigación 6

1.6. OBJETIVOS 7

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 8

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN 9

2.2. Estado del Arte 10

2.3 Bases científicas teóricas 12

2.3.1 Energía solar 12

2.3.2. Tipos de radiación solar 13

2.3.2. Instrumentos medición de radiación solar 14

2.3.4. Modelos de medición de radiación solar 15

2.3.4.1. Los Modelos Estadísticos 15

2.3.4.2. Los Modelos Físicos 15

2.3.4.3. Horas poco solares 16

2.3.4.4. Central Solar 16

2.3.5. Tipos de Sistemas Fotovoltaicos 16

2.3.5.1. Sistema Aislado 16

2.3.6. Conexiones de módulos fotovoltaicos 17

2.3.6.1. Conexión en Serie 17

2.3.6.2. Conexión en paralelo 18

2.3.6.3. Mixto 18

2.3.7. Funcionamiento del sistema FV 19

2.3.8. Características de los módulos solares 20

2.3.8.1. Intensidad de cortocircuito: 20

2.3.8.2. Tensión nominal: 20

2.3.8.3. Potencia máxima: 20

2.3.8.4. Tensión máxima: 20

2.3.8.5. Corriente máxima: 20

2.3.9. Tipos de módulos según sus materiales 21

2.3.10. Calculo del consumo de energía 23

2.3.11. Energía eólica 23

2.3.12. Viento 23

2.3.13. Medición de la dirección y velocidad del viento 24

2.3.14. El aerogenerador 24

2.3.15. Clasificación de aerogeneradores según su eje de trabajo 24

2.3.15.1. Eje vertical 24

2.3.15.2. Eje horizontal 25

2.3.16. Clasificación según tamaño y potencia del aerogenerador 26

2.3.16.1. Micro turbina 26

2.3.16.2. Mini turbinas 26

2.3.16.3. Turbinas de tamaño domestico 26

2.3.17. Partes de un aerogenerador 26

2.3.18. Controlador eólico 27

2.3.19. Torre 27

2.3.20. Sistema hibrido de generación de energía eléctrica Eólico - Solar 28

2.3.21. Composición del sistema hibrido eólico – solar 29

2.3.22. Metodología de selección del sistema eólico 29

2.3.22.1. Potencia del viento 29

2.3.22.2. Potencia generada por un aerogenerador 30

2.3.22.3. Curva de potencia del aerogenerador provistos por el fabricante..... 31
2.3.22.4. Selección del Controlador 32
2.3.23. Método de selección del sistema fotovoltaico 32
2.3.23.1. Inclinación de paneles fotovoltaico..... 32
2.3.23.2. Determinación de las horas solar pico (HPS)..... 33
2.3.23.3. Cálculo de la corriente máxima de consumo 33
2.3.23.4. Cálculo de la corriente máxima con el factor de seguridad 33
2.3.23.5. Cálculo de las pérdidas totales en la instalación(Kt)..... 34
2.3.23.6. Cálculo del consumo máximo (Cmax)..... 35
2.3.23.7. Cálculo del número de paneles fotovoltaicos 35
2.3.23.8. Selección del regulador fotovoltaico 35
2.3.24. Capacidad del acumulador del sistema hibrido eólico – solar..... 36
2.3.25. Selección del convertidor del sistema hibrido eólico – solar..... 37
2.3.26. Estudio de la demanda de energía eléctrica..... 37
2.3.26.1. Pronostico de la población 37
2.3.26.2. Método del Crecimiento Geométrico..... 37
2.4. Definición de términos 38
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO 40
3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION..... 41
3.1.1. Tipo de investigación 41
3.1.2. Diseño de la investigación..... 41
3.2. Población y Muestra..... 42
3.3. HIPÓTESIS: 42
3.4. VARIABLES:..... 42
3.4.1. Variable Independiente. 42
3.4.2. Variable Dependiente.. 42
3.5. Operacionalización:..... 43
3.6. Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos:44
3.6.1. Abordaje metodológico: 44

3.6.2. Técnicas de recolección de datos. 44
3.6.3. Instrumentos de recolección de datos 45
3.6.3.1. Guías de Medición. 45
3.6.3.2. Cuestionario. 45
3.6.3.3. Hoja de encuesta 45
3.6.3.4. Guía de análisis de documentos 45
3.7. Procedimiento para la recolección de datos. 46
3.7.1. Análisis estadístico para recolección de datos 47
3.8. Análisis estadístico e interpretación de los datos 47
3.8.1. Enfoque cualitativo 47
3.8.2. Enfoque cualitativo 47
3.9. Principios éticos 48
3.10. Principios de rigor científico 49
CAPÍTULO IV PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN 50
4.1. ENFOQUE CUANTITATIVO 51
4.1.1. ENCUESTAS 51
4.1.2. ENFOQUE CUALITATIVO 70
4.1.2.1. Análisis de entrevistas 70
4.1.2.2. Análisis de guías de observación 70
4.1.3. Cálculo y diagrama de procesos 71
4.1.3.1. Tasa de crecimiento poblacional por departamento 71
4.1.3.2. Proyección del crecimiento poblacional 72
4.1.3.3. Pronostico de número de viviendas 73
4.1.3.4. Consumo de energía (W/día) por vivienda 75
4.1.4 Dimensionamiento del sistema hibrido (eólico - fotovoltaico) para la ge. 80
4.1.4.1. Descripción del comportamiento del viento para el centro poblado L. 80
4.1.4.2. Dimensionamiento del sistema eólico 81
4.1.5. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico para el Centro Poblado 87
4.1.5.1. Comportamiento de la radiación solar del C.P. Laguna Huanama 87

4.2. Discusión de resultados..... 104

4.2.1. Selección de aerogenerador 104

4.2.1. Cálculo del alimentador..... 113

CAPÍTULO V ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS 117

5.1. PRESUPUESTO..... 118

5.2. VAN Y TIR..... 121

5.3. NORMAS EOLICA Y FOTOVOLTAICA 123

5.4. IMPACTO AMBIENTAL 125

5.5. Plan de mantenimiento de la Generación Hibrida (eólico – solar) 127

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 132

6.1. Conclusiones 133

6.2. Recomendaciones 135

Bibliografía..... 136

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1 :Maxima demanda 23
Ecuación 2: Energia consumida 23
Ecuación 3: Potencia del viento 29
Ecuación 4: Area del rotor 30
Ecuación 5: Presion del viento 30
Ecuación 6: Potencia de aerogenerado 30
Ecuación 7: Horas pico sola 33
Ecuación 8: Corriente maxima de consumo 33
Ecuación 9: corriente maximo con factor de segurida 33
Ecuación 10: Perdidas de la instalacio 34
Ecuación 11: consumo maxim 35
Ecuación 12: calculo numero de paneles paralelo 35
Ecuación 13: calculo numero de paneles serie 35
Ecuación 14: Intensidad de regulado 36
Ecuación 15: Numeros de reguladore 36
Ecuación 16: Capacidad de baterias 36
Ecuación 17: numeros de paralelo baterias 36
Ecuación 18: numero de serie de baterias 37
Ecuación 19: Metodo crecimiento geometrico 38
Ecuación 20: Indice avitante por viviend 38

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ιλυστραχι ∫ν 1: Δισποσιτιωο παρα μεδιρ λα ραδιαχι ∫ν σολαρ 14
Ιλυστραχι ∫ν 2: Solarimetro digital para medir la radiación Solar 15
Ιλυστραχι ∫ν 3: Σιστεμα δε πανελεσ ρεγυλαδορ, ινϖερσορ, βατερ⟨ασ 17
Ιλυστραχι ∫ν 4: Πανελεσ σολαρεσ χονεχταδοσ εν σεριε 17
Ιλυστραχι ∫ν 5: Χονεξι ∫ν εν παραλελο 18
Ιλυστραχι ∫ν 6: Χονεξι ∫ν ταντο εν σεριε χομο εν παραλελο 18
Ιλυστραχι ∫ν 7: Χορτε τρασϖερσαλ εξπλιχατιωο. 19
Ιλυστραχι ∫ν 8: Πανελ μονοχρισταλινο 21
Ιλυστραχι ∫ν 9:Πανελ Πολιχρισταλινο δε σιλιχιο Πολιχρισταλινο. 22
Ιλυστραχι ∫ν 10: Πανελ φοτοϖολταιχο δε σιλιχιο αμορφο. 22
Ιλυστραχι ∫ν 11: Αερογενεραδορ δε εφε ϖερτιχαλ 25
Ιλυστραχι ∫ν 12: Αερογενεραδορ εφε ηοριζονταλ. 25
Ιλυστραχι ∫ν 13: Αερογενεραδορ δε 10 α 20 Κω. 26
Ιλυστραχι ∫ν 14: Εσθεμα δε γενεραχι ∫ν ελ⌠χτριχα Ηιβριδα ε ∫λιχα □ σολαρ. 28
Ιλυστραχι ∫ν 15: Μυεστρα δε ταβλα δε φαβριχαχι ∫ν 31
Ιλυστραχι ∫ν 16: Ρανγο δε εδαδεσ προμεδιο 52
Ιλυστραχι ∫ν 17: Ρανγο δε σεξο δε λοσ ενχυεσταδοσ 53
Ιλυστραχι ∫ν 18: οχυπαχι ∫ν δε λοσ ενχυεσταδοσ 54
Ιλυστραχι ∫ν 19: ηαβιταντεσ θυε χονφορμαν συ ηογαρ 55
Ιλυστραχι ∫ν 20: ν |μερο δε νι⟩οσ θυε ϖιϖεν εν συ φαμιλια 56
Ιλυστραχι ∫ν 21: μεδιο δε χομυνιχαχι ∫ν αλ χεντρο ποβλαδο μ⟨σ χερχανο 57
Ιλυστραχι ∫ν 22: χυενταν χον τελ⌠φονο 58

Ιλυστραχι ∫ν 23: χυεντα χον ενεργ≤ α ελ⌠χτριχα 59
Ιλυστραχι ∫ν 24: χυεντα χον ενεργ≤ α ελ⌠χτριχα 59
Ιλυστραχι ∫ν 25: λε γυσταρ≤ α τενερ ενεργ≤ α ελ⌠χτριχα 60
Ιλυστραχι ∫ν 26: ηορασ δε ενεργ≤ α ελ⌠χτριχα 61
Ιλυστραχι ∫ν 27: γαστοσ απροξιμαδοσ δε ματεριαλεσ νεχεσαριοσ δε ιλυμιναχι ∫ν 62
Ιλυστραχι ∫ν 28: χονοχε θυε εσ ενεργ≤ α ηιβριδα 63
Ιλυστραχι ∫ν 29: χομο σε προδυχε λα ενεργ≤ α ηιβριδα 64
Ιλυστραχι ∫ν 30: δισπυεστο α παγαρ πορ ελ σερωιχιο δε ενεργ≤ α ελ⌠χτριχα 65
Ιλυστραχι ∫ν 31: χρεε θυε σερ(βενεφιχιοσο ελ προψεχτο 66
Ιλυστραχι ∫ν 32: αχτιωιδαδεσ ρεαλιζαδασ πορ λοσ μιεμβροσ δελ ηογαρ 67
Ιλυστραχι ∫ν 33: ηορα θυε χομιενζαν ηαχερ συσ αχτιωιδαδεσ 68
Ιλυστραχι ∫ν 34: ινγρεσο μενσυαλ 69
Ιλυστραχι ∫ν 35: γραφιχα δε ΧΠ 84
Ιλυστραχι ∫ν 36: ποτενχια ωσ. ωελοχιδαδ δε ωιεντο 85
Ιλυστραχι ∫ν 37: οριενταχι ∫ν δε υνα συπερφιχιε εν ελ ηεμισφεριο νορτε 91
Ιλυστραχι ∫ν 38: εστρυχτυρασ ΣΤΡ δε τεχηνο Συν 96
Ιλυστραχι ∫ν 39: χομπονεντεσ δε εστρυχτυρασ ΣΤΡ δε τεχηνο Συν 97
Ιλυστραχι ∫ν 40: βατερια ωιχτρον ενεργψ 102
Ιλυστραχι ∫ν 41: ινωερσορ Σινυσ Μαξ δε 2000ω 103
Ιλυστραχι ∫ν 42: ταβλα δε εσπεχιφιχαχιονεσ τ⌠χνιχασ δε αερογενεραδορ 105
Ιλυστραχι ∫ν 43: ρεγυλαδορ ε ∫λιχο 106
Ιλυστραχι ∫ν 44: πανελ σολαρ πολιχρισταλινο ωιχτρον ενεργψ 108
Ιλυστραχι ∫ν 45: χοντρολαδορ σολαρ 109
Ιλυστραχι ∫ν 46: βατερια ωιχτρον ενεργψ 130 Α 110
Ιλυστραχι ∫ν 47: ινωερσορ δε 2000 ω 112

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características técnicas de controladores 32
Tabla 2: Inclinación de paneles solare en grados 32
Tabla 3: Edad de los pobladores 51
Tabla 4: sexo de los encuestados 52
Tabla 5: ocupación de los encuestados 53
Tabla 6: habitantes que conforman su familia 55
Tabla 7: número de niños que viven en su familia 56
Tabla 8: medio de comunicación al centro poblado más cercano 57
Tabla 9: cuentan con teléfono celular 58
Tabla 10: cuenta con energía eléctrica 59
Tabla 11: le gustaría tener energía eléctrica 60
Tabla 12: horas de energía eléctrica 61
Tabla 13: gastos aproximados de materiales necesarios para la iluminación 62
Tabla 14: conoce que es energía hibrida 63
Tabla 15: como se produce la energía hibrida 64
Tabla 16: dispuesto a pagar por el servicio de energía eléctrica 65
Tabla 17: cree que será beneficioso el proyecto de generación hibrida (eólico- solar) 66

Tabla 18: actividades realizadas por los miembros del hogar 67
Tabla 19: hora que comienzan hacer sus actividades 68
Tabla 20: ingreso mensual 69
Tabla 21: Tasa de crecimiento geométrico anual por departamento 71
Tabla 22: crecimiento Poblacional estimado en 20 años 72
Tabla 23*:* resumen de proyección de viviendas y habitantes 74
Tabla 24: cuadro de carga domestica diaria 75
Tabla 25: tabla de carga de uso general 75
Tabla 26: tabla de demanda diaria de posta médica 76
Tabla 27*:* tabla de alumbrado público 76
Tabla 28: tipo de localidad 77
Tabla 29: tabla según sector de distribución 77
Tabla 30: Demanda a futuro proyectada 79
Tabla 31: dimensionamiento del sistema hibrido 80
Tabla 32: Tabla de comparación de velocidad de viento 81
Tabla 33: coeficiente de funcionamiento CP 83
Tabla 34: aerogenerador zonhan zh2.0 85
Tabla 35: tabla de radiación solar 87
Tabla 36: ubicación del sistema fotovoltaico 90
Tabla 37: inclinación optima en función del periodo de máxima captacion 91
Tabla 38: inclinación de factores K de Perú 92
Tabla 39: datos del panel solar utilizado 94
Tabla 40: caracteristicas tecnicas de regulador 100
Tabla 41: características de batería 102
Tabla 42: datos técnicos de regulado AERO 2 106
Tabla 43: especificaciones técnicas de panel de 140 Wp 107
Tabla 44: tabla de especificaciones regulador fotovoltaico 109
Tabla 45: especificaciones técnicas de baterías 110
Tabla 46: especificaciones técnicas de inversor 112
Tabla 47: Tabla de conductores nexans 113
Tabla 48: especificaciones del conductor Tw - AWG/MCM 114
Tabla 49: especificaciones técnicas de conductor 115
Tabla 50: especificaciones técnicas de conductor 116
Tabla 51: presupuesto de Generación Hibrida 118
Tabla 52: VAN Y TIR 121
Tabla 53: Mantenimiento de Generación Hibrida 130

RESUMEN

La presente investigación trato acerca de Generación Hibrida (eólica –solar) que cuenta con paneles fotovoltaicos y aerogeradores que fueron utilizados para poder brindar servicio eléctrico al Centro Poblado Laguna Huanama, la Generación Hibrida aprovecha la radiación solar y velocidad de viento, mejorando la calidad de vida de la población afectada. Para el desarrollo se realizó el estudio de la necesidad de energía eléctrica (máxima demanda del consumo necesario por vivienda) para brindar abastecimiento a cada vivienda. El parámetro de radiación solar se logró obtener atreves del solarimetro el cual mide la radiación solar, el parámetro de velocidad de viento se logró obtener con el anemómetro instrumentó para medir la velocidad de viento, y de esta manera poder recopilar datos.

La Generación Híbrida se realizó con el método de recolección de datos de la población de Laguna Huanama utilizando encuentras a los pobladores y entrevistas tanto al teniente gobernador del Centro Poblado y al ingeniero especialista Villalobos Cabrera Jony, también se tomó datos referenciales de velocidad y radiación solar del Centro Poblado, utilizando finalmente la información del SENAMI para el cálculo de la presente tesis.

Los resultados que se obtuvo en la Generación Hibrida (eólica – fotovoltaica) con la utilización de las energías renovables con una potencia instalada total de 2 KW con el 60% de energía eólica y 40% de energía fotovoltaica, la cual abastecerá la demanda eléctrica de todo el centro poblado laguna Huanama.

Palabras clave:

Radiación Solar, Panel Fotovoltaico, velocidad de viento, aerogeneradores, generación eléctrica.

Abstract

This research is about Hybrid Generation (solar wind) that has photovoltaic panels and wind turbines that were used to provide electricity to the Laguna Huanama Village Center, the Hybrid Generation taking advantage of solar radiation and wind speed, improving the quality of Life of the affected population. For the development, the study of the need for electrical energy (maximum consumption demand per house) was carried out to provide supply to each dwelling. The parameter of solar radiation was obtained by means of the solarimeter which measures the solar radiation, the parameter of wind speed was obtained with the anemometer instrument to measure the wind speed, and in this way to collect data.

The Hybrid Generation was performed using the method of data collection of the population of Laguna Huanama using the inhabitants and interviews to both the lieutenant governor of the Poblado Center and the specialist engineer Villalobos Cabrera Jony, also took reference data of speed and solar radiation Of the Populated Center, finally using information from the SENAMI for the calculation of this thesis.

The results obtained in the Hybrid Generation (wind - photovoltaic) with the use of renewable energy with a total installed power of 2 KW with 60% of wind energy and 40% of photovoltaic energy, which will supply the electric demand of The entire center of Huanama lagoon.

Keywords:

Solar radiation, photovoltaic panel, wind speed, wind turbines, electricity generation.

Introducción:

El desarrollo económico y social depende mucho de los servicios con los que cuenta la comunidades por es así que en el Centro poblado Laguna Huanama ubicado en Distrito de Salas provincia de Lambayeque, al no contar con energía eléctrica está no puede desarrollarse en lo social y económico, el principal problema del Centro Poblado es que aún no cuentan con energía eléctrica por eso se llevó acabo la siguiente investigación de Generación Híbrida de 2Kw para el Centro Poblado Laguna Huanama con esta energía solar y fotovoltaica relativamente nueva, que es limpia para el planeta, tuvo un impacto social muy aceptable por los miembros del Centro Poblado porque va a genero ganancias para sus bolsillos.

Con resultados que se obtuvo en la Generación Hibrida (eólica – fotovoltaica) con la utilización de las energías renovables con una potencia instalada total de 2 KW con el 60% de energía eólica y 40% de energía fotovoltaica, la cual abastecerá la demanda eléctrica de todo el centro poblado laguna Huanama.

CAPÍTULO I
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Situación problemática:

Nivel Internacional

España

MICROSISTEMAS ELÉCTRICOS RENOVABLES PARA LA ELÉCTRIFICACIÓN DE ZONAS RURALES AISLADAS

Hoy en dia, existe un copioso y hondo conocimiento en el uso de energías renovables en la electrificación de zonas rurales aisladas de ESPAÑA. Desde muchos años se han llevado a cabo proyectos y se ha ido confeccionando normas técnicas que acepta hablar de una posición buena en cuanto a probabilidades de desarrollar esta energía para electrificación de zonas rurales. El progreso de las energías renovables ha logrado un grado de desarrollo suficiente para ser una solución leal. Pocos artículos industriales, si hay alguno, ofrecen garantías de 20 años como está haciendo la manufactura fotovoltaica.

Si hay entendimiento, costumbre, normativa técnica, demanda competitiva de sistemas e instaladores capacitados, grandes exigencias de aceptar a niveles primarios de electricidad, y en muchos sucesos, falto de intención política para ello, cabe plantear lo que está deteniendo el crecimiento significativo de la utilización de los microsistemas renovables. Desde el punto de vista, hay tres temas que conviene mejorar: la sostenibilidad, el marco regulatorio y el marco económico. (Eisman, 2013)

Ecuador

Electrificación rural con energía renovable

Repetidamente las instalaciones de sistemas de energía renovable en áreas rurales no han sido escoltadas de la necesaria formación, capacitación y sensibilización de la población favorecida. La falta de empeño de la población con este recurso y su no ingreso en el proceso de reconocimiento de necesidades, ha restringido en gran medida su sostenibilidad.

El Programa EURO-SOLAR fomenta las energías renovables, con la meta de renovar las condiciones de vida de las poblaciones más olvidadas de la región, con programas de ampliación de admisión a la electricidad y al crecimiento de servicios esenciales.
(renovables, 2013)

A nivel nacional

Congreso de electrificación rural

El 10% de los habitantes peruanos, reunida en su gran totalidad en zonas rurales, escasea de servicio eléctrico. En el entorno de globalización e fusión regional, esta situación simboliza una clara desventaja del Perú con relación a los demás países, cuyas listas de electrificación en su mayoridad de los casos son muchos mayores.

Desde el 2014 el gobierno nacional lleva a cabo un programa de Electrificación Rural a través de la DGER, del MINEM, en combinación con los Gobiernos Regionales y Locales y demás entes públicos y privados; desarrolla un proyecto Nacional de Electrificación Rural, el mismo que últimamente ha sido actualizado y se lleva a cabo para el período 2015-2024.

La intención de este proyecto es colaborar con el desarrollo económico y social de las zonas rurales, aplacar la pobreza, regenerar la calidad de vida, parar la migración de la sierra a la ciudad y en particular, aumentar el poder monetario de la población rural a través de la impulso de la electricidad en tareas productivas.

Este congreso tiene la finalidad de inventar un espacio para conmutar ideas sobre el progreso del proyecto, calificar la impresión en la población y reunir experiencias locales y regionales, para aportar al diseño de acciones y medidas que permitan acceder al desarrollo eficaz y triunfante.

(Garzón, 2015)

A nivel local

En la región Lambayeque existen gran cantidad de Centros Poblados que aún no cuentan con Energía Eléctrica, pero sin embargo existen proyectos de electrificación a través de diversos sistemas de energías renovables que se revisan y evalúan en las sedes de Lambayeque como es la institución Gobierno Regional que fiscaliza diversos proyectos de electrificación y da la aprobación para su ejecución.

El Centro Poblado Laguna Huanama se localiza en el (Distrito de Salas - provincia de Lambayeque, Perú) a 850 msnm, con coordenadas UTM (WGS-84) S: 9333552.58 m ; E: 666536.25 m, con los limites por el norte caserío “LA CRIA”, por el este caserío “EL NARANJO”, por el oeste el caserío “LUSPIRCA”, por el sur con el rio Carrizal, su geografía es accidentada pues presenta diversidad de cerros y llanos ,el Centro Poblado más cercano es de COLAYA que se encuentra a 3 horas de caminata (78.5 km) ,actualmente Laguna Huanama cuenta con 12 viviendas que aún no poseen con los servicios de agua potable, desagüe y servicio eléctrico por el hecho de estar muy alejada de la red de distribución y contar con la mínima cantidad de viviendas no es electrificada por ELECTRONORTE.

1.2. .Formulación del problema

¿Es factible Generar energía Híbrida (eólica-fotovoltaica) para brindar energía eléctrica al Centro Poblado Laguna Huanama?

1.3. Delimitación de la investigación

Esta investigación se desarrolló en el Centro Poblado Laguna Huanama en el (Distrito de salas – provincia de Lambayeque; Perú), a 850 msnm, con los limites por el norte caserío “LA CRIA”, por el este caserío “EL NARANJO”, por el oeste el caserío “LUSPIRCA”, por el sur con el rio Carrizal, su geografía es accidentada pues presenta diversidad de cerros y llanos ,el Centro Poblado más cercano es de COLAYA que se encuentra a 3 horas de caminata (78.5 km) ,actualmente Laguna Huanama cuenta con 12 viviendas una posta y un centro educativo.

υβιχαχιον δε Λαγυνα ηυαναμα

Ιλυστραχι ν 1: Ζρεα δε ινφλυενχια δελ προψεχτο.
Fuente: Google Earth

Coordenada UTM (WGS -84) S: 9333552.58 m
Coordenada UTM (WGS -84) E: 666536.25 m

Altitud: 17 msnm

1.4. Justificación e importancia

La Generación Hibrida (eólica-fotovoltaica), se usa en Caseríos o Centros Poblados los cuales están muy alejados de redes de energía disponible y es más conveniente el uso de energías alternativas.

Justificación Tecnológica

La Generación Hibrida (eólica- fotovoltaica) permitió la utilización de Energías Limpias y Renovables a través de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos los cuales permitio utilizar la velocidad del viento y radiación solar para poder generar energía eléctrica y brindar electricidad al Centro Poblado Laguna Huanama.

Justificación Ambiental

La Generación Hibrida (eólica-fotovoltaica) permitió aportar con la protección del medio ambiente, ya que este aprovecho la velocidad del viento y radiación solar para poder generar energía eléctrica limpia.

-

Justificación Social:

Tuvo un efecto provechoso en la población ya que con la Generación Hibrida permitió que la población cuente con mejor calidad de vida ya que estarán contando con servicio eléctrico para diversas actividades tanto de sus hijos como para ellos.

Justificación Económica:

La Generación Hibrida (eólica-fotovoltaica) permitió que los pobladores generen nuevas actividades productivas, generando nuevos ingresos económicos que beneficiaran a sus bolsillos.

1.5. Limitaciones de investigación

La presente tesis se limita a:

El presente investigación de Generación Hibrida se limita solo a energía solar y eólica a través de paneles fotovoltaica y aerogeneradores que se han utilizar en la presente tesis.

1.6. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Generación Hibrida de 2kw para el Centro Poblado Laguna Huanama en el Distrito Salas.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Evaluar la demanda de energía eléctrica del Centro poblado Laguna Huamana.
- Determinar los parámetros de la energía solar y eólica disponible para el funcionamiento del Sistema de Generación Hibrida.
- Determinar la ubicación del sistema Hibrido (eólica-fotovoltaico).
- Seleccionar los elementos del Sistema de Generación Hibrida para el Centro Poblado Laguna Huanama.
- Determinar la Potencia Instalada del Sistema Hibrido (eólica-fotovoltaico).
- Elaboración de planos del sistema Hibrido (eólica-fotovoltaico).
- Elaborar un plan de mantenimiento de los componentes del sistema Hibrido (eólica – fotovoltaico).
- Evaluar económicamente el proyecto.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

(Gozales Dias & Wilfredo, 2015)

Con la elevada cantidad de contaminación en el mundo. En nuestro País y principalmente en nuestra región, nace la necesidad de utilizar la nueva tecnología de hoy en día para poder desarrollar un proyecto que contribuya con la reducción de la contaminación ambiental. Viendo tal problemática se desarrolló un “Diseño de una Central Eléctrica por medio de paneles solares en la Localidad de El Cardo” en el distrito de Olmos, para poder energizar dicha Localidad y aportar con el desarrollo económico, social y ambiental.

La central solar se diseñó principalmente analizando la máxima demanda y el nivel de radiación solar existente en la zona, seguidamente se realizaron planos de lotización para ver el estado de distribución de la viviendas, luego se seleccionó y dimensionó utilizando los cálculos para los equipos correspondientes a la Central Solar las cuales son: Módulos, regulador, baterías, inversores y conductores.

Finalmente como resultado del desarrollo del diseño de la tesis se determinó que la Central genero 17.41 kW y desde este punto se seleccionó los equipos adecuados para la Central Solar, y de tal modo se brindaría un buen servicio eléctrico.

2.2. Estado del Arte

Nuevo récord de eficiencia de un concentrador fotovoltaico: 43,4%

El Instituto (**Fraunhofer ISE**) para Sistemas de Energía Solar, ha notificado un reciente récord para un sistema de concentración fotovoltaico. Un pequeño módulo que logro un 43,4% de eficiencia. Este es el porcentaje de radiación solar que recibe este módulo y que es transformado en energía eléctrica.

La celda fotovoltaica de concentración consigue las mayores eficiencias en la conversion directa de la radiación solar en electricidad. Y la tecnología tiene un enorme recorrido. Después de anunciar un récord hace dos años, el Fraunhofer ISE acaba de anunciar que han vuelto a superar la eficiencia de un módulo de concentración.

Se trata de un minimódulo formado por células de cuádruple unión, con el que han logrado eficiencias del 43,4%. “Es un nuevo hito en la historia de la fotovoltaica de concentración (CPV) y demuestra el potencial disponible para la puesta en marcha a nivel industrial”, explica Andreas Bett, director de la División de Materiales, Células Solares y Tecnología del Fraunhofer ISE.

Las células solares multi-unión son utilizadas en concentración fotovoltaica. Por ahora tienen un alto coste. Por eso se aplican en sistemas instalados en regiones con alta radiación directa, para generar electricidad a precios rentables. En 2014 investigadores en Friburgo (Alemania) junto con sus socios industriales franceses Soitec y CEA Leti, alcanzaron un récord para este tipo de células. (merino, 2016)

Paneles solares que generan electricidad incluso cuando llueve

Unos científicos chinos han demostrado un nuevo procedimiento que permite a los paneles fotovoltaicos generar electricidad incluso cuando hay sol y también hay lluvia. El “fenómeno” se produce debido al elemento de última generación: el “grafeno”.

El “grafeno” es un material formado de puro carbono, sus átomos organizados de forma hexagonal y manera usual en forma de hoja de espesor de un átomo. Es además, muy resistente y ligero (más que el aluminio) y tiene una alta conductividad, lo que permite que los electrones fluyan libremente a través de su superficie, de manera que resulta idóneo para conducir la electricidad.

El grafeno tiene, asimismo, la capacidad de excitar a varios electrones cuando es alcanzado por cada fotón; una peculiaridad que lo convierte en candidato ideal para la energía solar. Y ahí es donde entra en juego el trabajo desarrollado por un grupo de investigadores de la Universidad Oceánica de china.

Lo que han hecho es desarrollar una solución que permite utilizar el agua de lluvia como fuente energética. Para ello, han colocado sobre los paneles solares láminas ultra finas de grafeno que al ser golpeadas por las gotas de lluvia, que van cargadas de iones –de calcio, amonio, sodio– reaccionan con los iones de grafeno y así se genera la electricidad.

Gracias a esta sencilla reacción química, el equipo chino, liderado por el profesor Qunwei Tang, estima que un papel solar cubierto de esa capa de grafeno puede generar varios cientos de microvoltios en los días de lluvia. En contrapartida, en los días de sol su rendimiento cae al 6,5%, frente al 20% que ya alcanzan los paneles normales. (Heredia, 2016)

2.3 Bases científicas teóricas

2.3.1 Energía solar

(ojocientifico, 2013)

Es la energía elaborada por el sol y que es transformada en energía solar a energía provechosa para el ser humano, ya sea para calentar algo o producir electricidad.

Cada año el sol arroja 4 mil veces energía que la que consumida, por lo que su potencial es prácticamente ilimitado.

La intensidad de energía disponible en un punto determinado de tierra dependiente, del día del año y de la latitud, y la cantidad de energía wur sr puede captar depende de la orientación de los dispositivos.

En la actualidad es una de las energías renovables más desarrolladas y usadas en todo el mundo.

¿De qué manera convertimos la energía solar en energía útil para su uso cotidiano?

Esta energía renovable se usa principalmente para dos cosas, primeros para calentar cosas como comida o agua (energía solar térmica), y la segunda para generar electricidad (energía solar fotovoltaica).

Para crear la electricidad se usan las células solares, las cuales son el alma de los paneles solares las cuales son los encargados de convertir la energía eléctrica.

2.3.2. Tipos de radiación solar

a) Radiación Directa.

Es la que llega directamente del sol sin haber sufrido cambio alguno en su dirección.

b) Radiación Difusa

Es una parte de radiación que atraviesa la atmosfera es reflejada o absorbida por las nubes. Esta tipo de radiación, va en todas direcciones, como resultado de las reflexiones y absorciones, no solo de las nubes sino de las partículas de polvo atmosférico, montañas, arboles, edificios, el propio suelo, etc. este tipo de radiación se caracteriza por no producir sombra alguna a los objetos opacos interpuestos.

c) Radiación Reflejada

La radiación reflejada es aquella reflejada por la superficie de la tierra. La cantidad de radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie. Las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada y las superficies verticales son las que más radiación reflejada reciben.

d) Radiación global

Es la radiación total. Es la suma de las tres radiaciones. En un día despejado, la radiación directa es predominante sobre la radiación difusa. Por lo opuesto, en un día nublado no existe radiación directa y la totalidad de la radiación que incide es difusa.

2.3.2. Instrumentos medición de radiación solar

Instrumentos que sirve para medir la energía solar. Básicamente hay dos tipos de solarimetros:

a) Piranómetro

Este instrumento tiene una pequeña plancha de metal negra con una termocupla unida a ella que está protegidas por una cúpula de vidrio. Esta plancha negra se calienta al sol y con la termocupla el aumento en temperatura y así se puede medir. La salida de la termocupla es para medir la radiación instantánea total.

Πιραν ∫μετρο

Ιλυστραχι ∫ν 1: Δισποσιτιωο παρα μεδιρ λα ραδιαχι ∫ν σολαρ

FUENTE: sensovant

b) Solarimetro Fotovoltaico

Este instrumento es una pequeña célula fotovoltaica que genera electricidad. La cantidad de electricidad es nuevamente medida para conocer la radiación instantánea. Los solarimetros fotovoltaicos son mucho más baratos que los pirómetros pero son menos exactos.

Σολαριμετρο διγιταλ

Ιλυστραχι ν 2: Solarimetro digital para medir la radiación Solar

FUENTE: tecnometrica

2.3.4. Modelos de medición de radiación solar

2.3.4.1. Los Modelos Estadísticos

Están basados en una o más relaciones, tratadas generalmente como regresiones estadísticas, entre las medidas pironométricas de la radiación solar y el valor de la cuenta digital simultanea del satélite para la localización correspondiente de al sitio del pirómetro.

La considerable ventaja de estos modelos es la simplicidad.

La mayor limitación de los modelos estadísticos es la necesidad de datos terrestres de radiación solar y la falta de generalidad.

2.3.4.2. Los Modelos Físicos

Están basados exclusivamente en consideraciones físicas que permiten que los intercambios de energía radiante que tienen lugar dentro del sistema tierra-atmosfera sean representados explícitamente.

La principal ventaja de los modelos físicos, en comparación con los modelos estadísticos, es su naturaleza generalista ya que no necesita de una región particular y pueden ser aplicados en cualquier lugar. Además no precisan de datos terrestres de medidas de radiación global

2.3.4.3. Horas poco solares

La hora solar pico (HSP) es la unidad que mide la irradiación solar y se define como el tiempo en horas de una hipotética irradiación solar constante de 1000 W/m^2

2.3.4.4. Central Solar

Central fotovoltaica es el conjunto de células fotovoltaicas que captan la energía solar, transformándola en una corriente eléctrica continua. Las células fotovoltaicas están integradas en módulos que al unirse, forman placas fotovoltaicas.

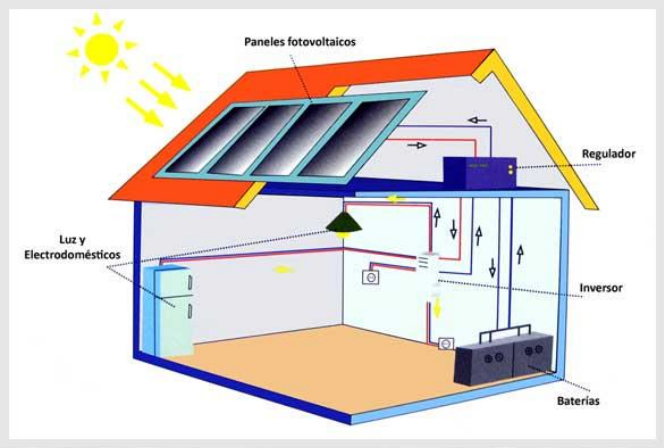
2.3.5. Tipos de Sistemas Fotovoltaicos

2.3.5.1. Sistema Aislado

Los sistemas aislados captan la energía solar mediante paneles solares fotovoltaicos y almacenan la energía eléctrica generada por los mismos en baterías.

A través de este sistema es posible disponer de electricidad en lugares alejados de la red de distribución eléctrica, se utiliza para brindar electricidad a casas de campo, instalaciones ganaderas, refugios de montaña, y electrificación de pequeñas comunidades.

Σιστεμα αισλαδο χονϖενχιοναλ



Ilυστραχι ſν 3: Σιστεμα δε πανελεσ ρεγυλαδορ, ινϖερσορ, βατερ{ασ, παρα γενεραρ χορριεντε ελ⌈χτριχα.

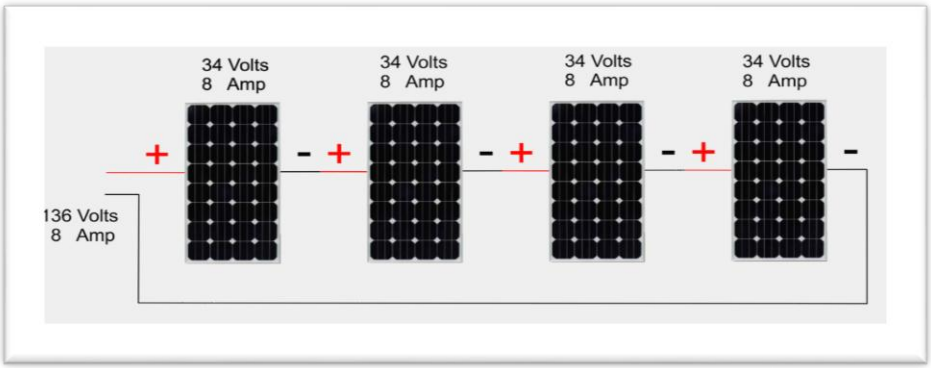
FUENTE: tecnisol

2.3.6. Conexiones de módulos fotovoltaicos

2.3.6.1. Conexión en Serie

Al conectarlo en serie, se toma el polo positivo de un módulo fotovoltaico con el polo negativo del continuo. Con esto se consigue aumentar la tensión y mantener la misma corriente producida. La tensión generada es igual a la suma de todas las tensiones por cada módulo fotovoltaico.

Αρρεγλο εν χονεχχιον εν σεριε



Ilυστραχι ſν 4: Πανελεσ σολαρεσ χονεχταδοσ εν σεριε αυμεντα λα τενσι ⌈ν περο ιγυαλ χορριεντε

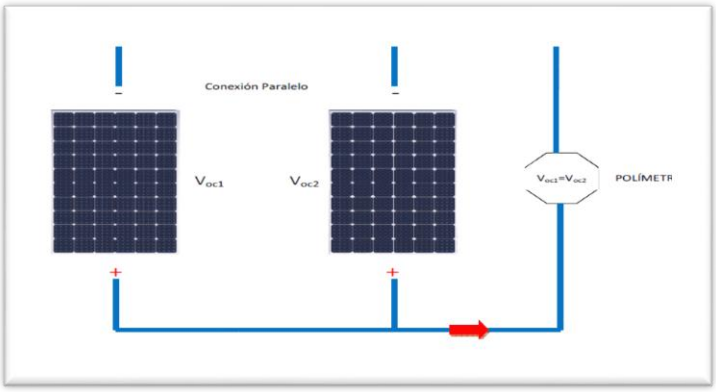
FUENTE: gcsolar

2.3.6.2. Conexión en paralelo

Cuando conectamos los módulos en paralelo, se cogen todos los polos positivos y, todos los polos negativos, por separado. . La corriente es igual a la suma de todas las corrientes generadas por cada módulo.

Con esto se consigue aumentar la corriente generada y se mantiene el mismo valor de tensión.

Χονεξι ∫ν εν παραλελο



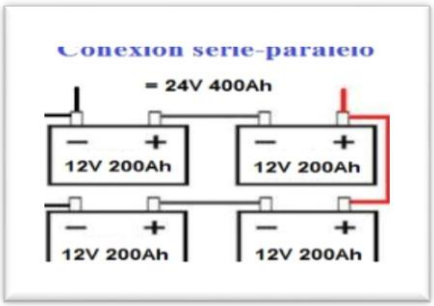
Ιλυστραχι ∫ν 5: Χονεξι ∫ν εν παραλελο δονδε σε συμαν λασ ιντενσιδαδεσ ψ λα τενσι ∫ν σε μαντιενε χονταντε

FUENTE: slideplayer

2.3.6.3. Mixto

Los módulos se encuentran conectados tanto en paralelo como en serie.

χονεξιον εν σεριε ψ παραλελο (μιξτο)

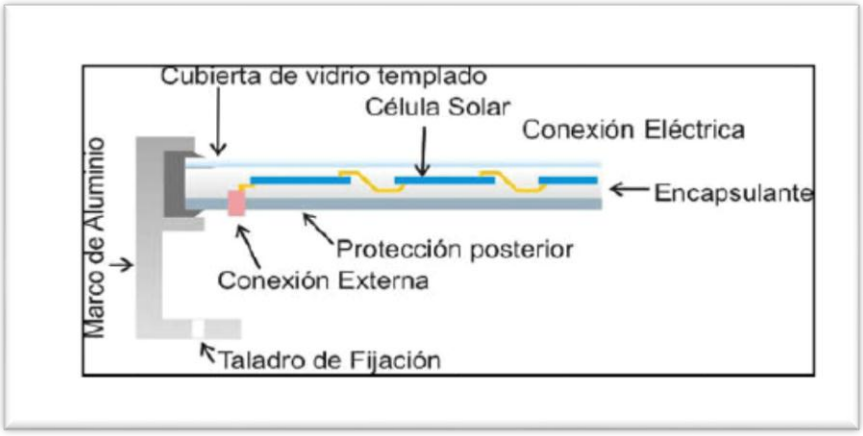


Ιλυστραχι ∫ν 6: Χονεξι ∫ν ταντο εν σεριε χομο εν παραλελο εν υν μισμο σιστεμα.

FUENTE: mpptsolar

2.3.7. Funcionamiento del sistema FV

Χορτε τρασωερσαλ δε υν πανελ φοτοωολταιχο



Ιλυστραχι ν 7: Χορτε τρασωερσαλ εξπλιχατιωο χομο σε προδυχε λα ελεχτριχιδαδ εν εστ ε δισποσιτιωο.

FUENTE: balner

Un módulo fotovoltaico está constituido por mochas celdas solares. Las cuales son pequeñas células hechas de arseniuro de galio o silicio cristalino, es decir, las celdas son cristales de silicio o cristales de arseniuro de galio que son materiales semiconductores.

Una parte de la celda será un semiconductor del tipo N (electrones = negativo y otra P (huecos = positivo).

Efecto Fotovoltaico es el efecto por el cual la energía luminosa produce cargas negativas y positivas en dos semiconductos próximos de distinto tipo.

2.3.8. Características de los módulos solares

Definición de parámetros:

2.3.8.1. Intensidad de cortocircuito:

Se Denomina I_{SC} es la máxima intensidad que se puede consigue en un módulo fotovoltaico. Se calcula midiendo la corriente entre los bornes del módulo cuando se estimula un cortocircuito.

2.3.8.2. Tensión nominal:

Se denominada como V_{n1} es el valor de diseño al que trabaja el modulo fotovoltaico. Por ejemplo 48, 12, 24 voltios.

2.3.8.3. Potencia máxima:

Se denominada como potencia pico P_{M1} es el máximo valor de potencia que se obtiene entre el producto de la corriente por la tensión de salida del módulo fotovoltaico.

2.3.8.4. Tensión máxima:

Se denominada V_{M1} , corresponde con el valor de tensión para la potencia máxima. En algunas ocasiones se denomina como potencia máxima V_{mp} .

2.3.8.5. Corriente máxima:

Se denominada I_{M1} , corresponde al valor de corriente para la potencia máxima. En algunas ocasiones se denomina como I_{mp}.

2.3.9. Tipos de módulos según sus materiales

Silicio Puro Monocristalino

Construidos en secciones de barras de silicio perfectamente cristalizado en una sola pieza, en el laboratorio se ha alcanzado un máximo rendimiento del 24.7% y en los módulos comercializados un 16%. Estos módulos son los más eficientes en lugares de más nubosidad o menos radiación solar.

πανελ μονοχρισταλινο

Ιλυστραχι ίν 8: Πανελ μονοχρισταλινο

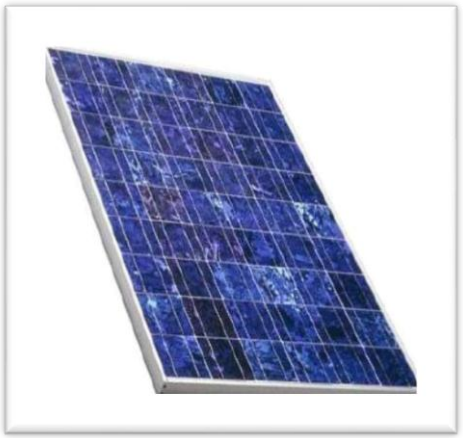
FUENTE: balner

Silicio Puro Policristalino

Este material es semejante a los del tipo Monocristalino pero en este caso el procedimiento de cristalización del silicio es diferente.

Este módulo Policristalino se crea en secciones de una barra de silicio que se estructura de forma desordenada en cristales pequeños. En laboratorio se obtuvo un rendimiento de 19.8% inferior a los módulos Monocristalino en los comerciales un 14%, poseen precios inferiores. Estos trabajan más eficientemente en lugares con alta radiación solar.

πανελ πολιχρισταλινο



Ιλυστραχι ίν 9:Πανελ Πολιχρισταλινο δε σιλιχιο Πολιχρισταλινο.

FUENTE: balner

Silicio Amorfo

Hechos en silicio, pero a diferencia los demás, este material no sigue una estructura cristalina alguna. Estos módulos son frecuentemente usados para pequeños dispositivos electrónicos (relojes, calculadoras) y en pequeños módulos portátiles. El máximo rendimiento obtenido en laboratorio es de 13% y en los módulos comerciales es del 8%.

Πανελ αμορφο

Ιλυστραχι ίν 10: Πανελ φοτοπολταιχο δε σιλιχιο αμορφο.

FUENTE: balner

2.3.10. Calculo del consumo de energía

Se denomina (Wh/día) es el cálculo de la energía de consumo necesario diariamente E, es simple, basta con multiplicar la potencia (W) de cada uno de los equipos que se dispone (luces, televisor, ordenador, etc.) por el número de horas que se utilizan respectivamente (h/día).

MD= N° de viviendas x P x Fs Εχυαχι ∫ν 1

MD = máxima demanda
Fs = factor de simultaneidad (se considera a criterio del proyectista).

E= P x t x Fs Εχυαχι ∫ν 2

T = tiempo de utilización de los equipos – horas

2.3.11. Energía eólica

Es la energía del viento. Es la forma de energía cinética del viento, que podemos aprovechar a nuestro favor, como en los molinos de viento, en las naves de velas, etc.

2.3.12. Viento

El viento es el movimiento del aire en la atmosfera (troposfera), es un fenómeno meteorológico natural.

Para la utilización energética se utiliza la unidad de viento (m/s) y solo considera la dirección y velocidad en las componentes horizontales.

2.3.13. Medición de la dirección y velocidad del viento

Para medir la dirección y velocidad de viento se utiliza instrumentos conocidos como anemómetros, que cuentan con 2 sensores, uno para medir la dirección de viento y el otro para medir la velocidad de viento. Para evitar perturbaciones se debe medir tomando en cuenta los procedimientos internacionales vigentes; el cual se señala que a partir de la altura de 10 metros las perturbaciones no perjudican de forma notable a la medida.

2.3.14. El aerogenerador

El aerogenerador o turbina de viento tienen muchos componentes. El aerogenerador más eficiente es el de eje horizontal en comparación con el eje vertical.

En general la potencia nominal en los aerogeneradores se dan en vientos de 8 – 12 m/s.

2.3.15. Clasificación de aerogeneradores según su eje de trabajo

2.3.15.1. Eje vertical

Este aerogenerador gira es su propio eje vertical y son muy poco utilizadas para la generación eléctrica, ya que con su configuración no puede girar a altas velocidades; su rendimiento es insignificante para la generar electricidad.

Αερογενεραδορ εφε ωερτιχαλ

Ιλυστραχι ν 11: Αερογενεραδορ δε εφε ωερτιχαλ

FUENTE: todoensolar

2.3.15.2. Eje horizontal

Este aerogenerador es el más utilizado para generar electricidad. Con esta configuración se ha logrado el máximo rendimiento para la recepción energética del viento.

αερογενεαρδορ

Ιλυστραχι ν 12: Αερογενεραδορ εφε ηοριζονταλ.

FUENTE: renovablesverdes

2.3.16. Clasificación según tamaño y potencia del aerogenerador

2.3.16.1. Micro turbina

Aerogeneradores cuyas palas tienen entre 0.5 a 1.25 metros de diámetro.

2.3.16.2. Mini turbinas

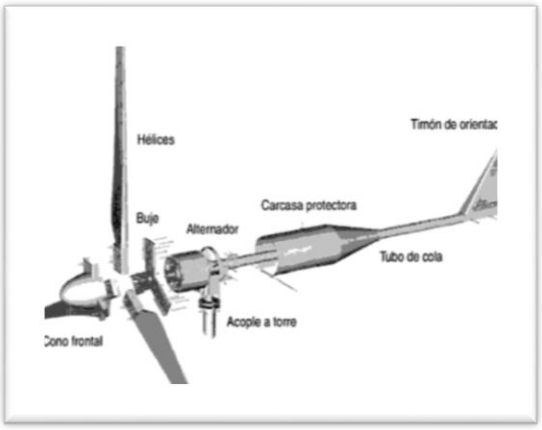
Aerogeneradores un poco más grandes y se sitúan entre las Micro turbina y las turbinas domésticas. Estas micro turbinas varía entre 1.25 a 2.75 metros de diámetro de rotor.

2.3.16.3. Turbinas de tamaño domestico

Generalmente estos aerogeneradores varían desde los 2.75 hasta 7 metros de diámetro el rotor.

2.3.17. Partes de un aerogenerador

αερογενεραδορ



Ιλυστραχι ίν 13: Αερογενεραδορ δε 10 α 20 Κω.

FUENTE: energía eólica

Cono frontal: Su función es estética.

Hélice: Su funcionamiento es convertir la energía cinética del viento en energía mecánica que se utiliza para impulsar el aerogenerador eléctrico

Buje: es la pieza que sujeta las hélices y va unido al eje principal.

Alternador: Transforma la energía mecánica en eléctrica.

Timón de orientación: pieza que ponen al rotor de frente al viento.

Carcasa: encierra y proteger a componentes eléctricos de los efectos externos.

2.3.18. Controlador eólico

El controlador utiliza la energía que obtiene el aerogenerador, para cargar baterías y emplear esa energía en el consumo eléctrico del usuario.
El controlador eólico rectifica la corriente a través de diodos rectificadores a corriente directa.
Cuenta con un interruptor de frenado para emergencia o cuando se quiera dejar deshabilitado por algún motivo.

2.3.19. Torre

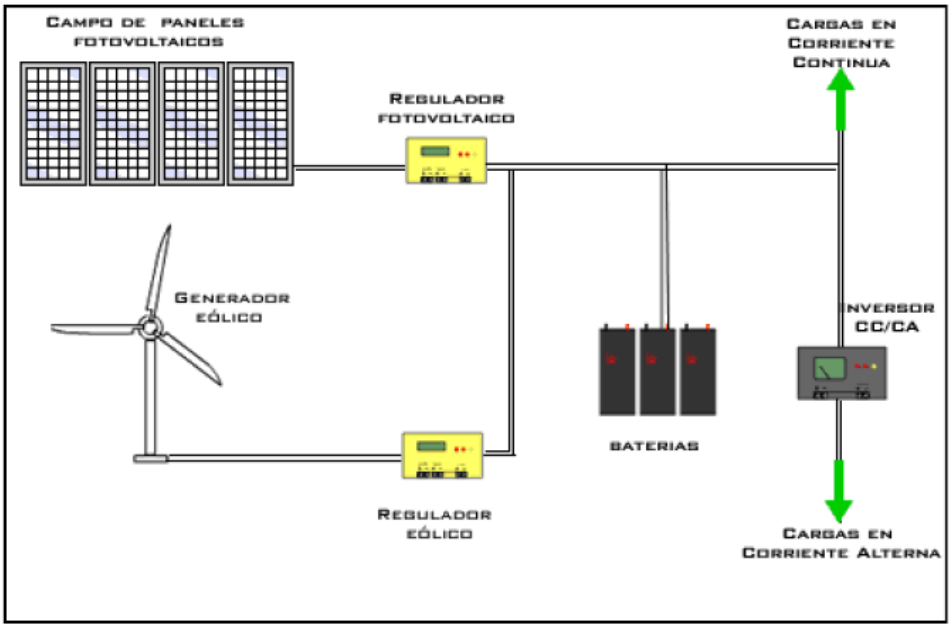
Es la estructura que sostiene a todo el aerogenerador.
Las torres están hechas de celosía autosustentadas o de tubos autosustentadas o en mástiles con tensores. Las torres tubulares pueden ser de diámetro constante o cónico.

2.3.20. Sistema hibrido de generación de energía eléctrica Eólico - Solar

Es la mezcla de generación fotovoltaica y la eólica. Su versatilidad se debe que son los recursos renovables más abundantes y ampliamente esparcidos en el planeta contando con la ventaja de su libre disponibilidad.

El principio de funcionamiento de una instalación hibrido eólico - solar es idéntico al de una instalación solar, con el añadido de tener un generador eólico con su respectivo regulador, que transforma la señal alterna que produce el aerogenerador en continua para inyectar en el circuito común al campo de paneles solares. La gran ventaja es que se complementa ambos sistemas generadores y el gran potencial energético que poseen los aerogeneradores.

σιστεμα ηιβριδο



Ιλυστραχι ſν 14: Εσθεμα δε γενεραχι ſν ελ⌈χτριχα Ηιβριδα ε ſλιχα □ σολαρ.

FUENTE: balner

2.3.21. Composición del sistema hibrido eólico – solar

Campo de paneles: está constituido por un número de módulos solares interconectados (serie/paralelo),

Aerogenerador: suministra la energía eléctrica necesaria generada por la velocidad del viento.

Regulador fotovoltaico: controla el flujo de la corriente de la batería.

Controlador eólico: convierte la corriente alterna a continua generada por el aerogenerador para luego cargar las baterías. El controlador cuenta con un disipador de energía para el exceso de generación.

Baterías de acumulación: Almacena la corriente generada por el sistema hibrido.

Inversor: dispositivo electrónico, que utiliza la corriente continua de un sistema de almacenamiento con baterías y transforman a corriente alterna semejante a la de la red electrica.

2.3.22. Metodología de selección del sistema eólico

2.3.22.1. Potencia del viento

La densidad del aire 1.25 Kg/m^2 al nivel del mar a 15°c se utiliza como estándar en la industria eólica. Por lo tanto, la potencia teórica del viento viene dada por la siguiente ecuación:

$$P_{viento} = \frac{1}{2}.\rho.A.V^3 \ [W] \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:
V = velocidad del viento [m/s]
ρ= densidad del aire [1.25 kg/m^3]
A = es el área barrida por el rotor [m^2]

El área del rotor determina cuanta energía del viento es capaz de capturar una turbina eólica y es independiente del número de palas.

$$A= \pi\frac{D^2}{4} \ [m^2] \quad \text{Ecuación 4}$$

Siendo D el diámetro; por lo que la potencia disponible será:

$$P_{viento} = \frac{\pi.\rho.D^2.V^3}{8} \ [W] \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:
V= velocidad del viento
ρ= densidad del aire [1.25 Kg/m^3]
D= Diámetro del rotor [m^2]

2.3.22.2. Potencia generada por un aerogenerador

La potencia que extraer del viento con un aerogenerador viene determinada por su coeficiente C_p el cual muestra una fracción de potencia mecánica obtenible respecto a la energía eólica; siendo su máximo teórico aproximadamente del 59%.

$$P_{aerogenerador} = C_p.\frac{\rho}{2}.\frac{\pi.D^2}{4}.V^3 \ [W] \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:
V= Velocidad del viento [m/s]

D= Diámetro del rotor [m^2]

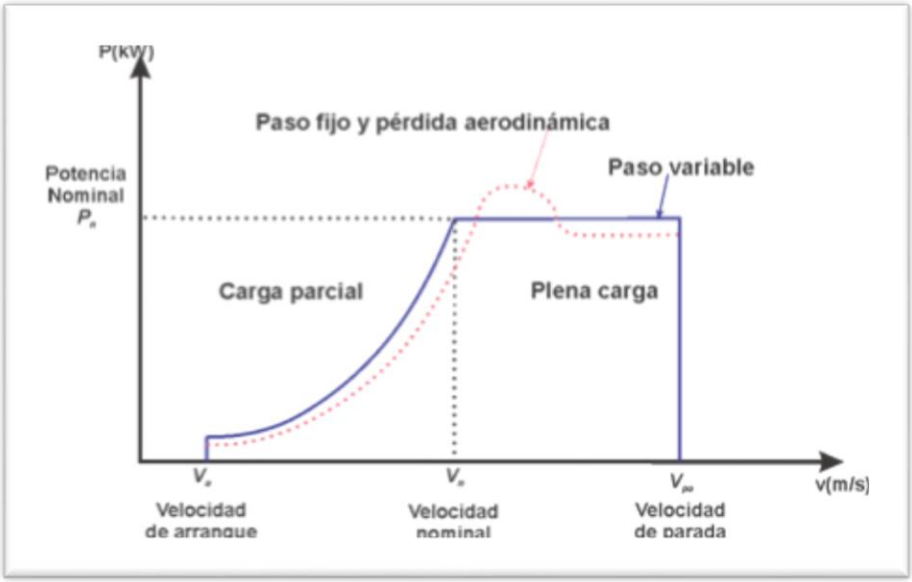
ρ= Densidad del aire [1.225 Kg/m^2]

C_p= coeficiente de potencia

2.3.22.3. Curva de potencia del aerogenerador provistos por el fabricante

La potencia producida aumenta de manera geométrica con la velocidad del viento, para cada aerogenerador existe una curva de potencia.

χυρϖα δε αερογενεραδορ



Ιλυστραχι ∫ν 15: Μυεστρα δε ταβλα δε φαβριχαχι ∫ν δονδε τε δα ϖελοχιδ αδ δε αρρανθυε, ϖελ. Νομιναλ, ϖελ. Δε παραδα.

FUENTE: scielo

Se muestra la variación de la potencia generada con la velocidad del viento, se deduce que existe una velocidad Vi (velocidad de arranque) a la comienza a generar potencia el aerogenerador, y una velocidad Vn a la cual el aerogenerador produciría su potencia nominal (Pn), que suele coincidir o ser similar a la máxima potencia. Dicha velocidad suele estar en torno a los 8 m/s – 15 m/s.

2.3.22.4. Selección del Controlador

Para la selección del controlador del aerogenerador se dispone según potencia máxima y voltaje de salida. Generalmente el controlador a usar viene especificado por el fabricante debido a que este posee caracterizas de control del aerogenerador.

Tabla 1: *Características técnicas de controladores*

Ítem	Características Técnicas
1	1000 W - 24 V
2	1500W-24V
3	2000W-120V
4	2000W-48V
5	2000W-24V
6	3000W-120V
7	3000W-48V
8	5000W-120V
9	5000W-48V
10	10KW-240V

Fuente: controladores EXMORK

2.3.23. Método de selección del sistema fotovoltaico

2.3.23.1. Inclinación de paneles fotovoltaico

La inclinación de los paneles fotovoltaicos puede cambiar a lo largo del año, por lo tanto la inclinación del módulo estará en función de la latitud del lugar. Tal como se observa en la tabla:

Tabla 2: *Inclinación de paneles solare en grados*

Latitud del Lugar	Ángulo en invierno	Ángulo en verano
0 a 15°	15°	15°
15° a 25°	Latitud	latitud
25° a 30°	Latitud + 5°	Latitud - 5°
30° a 35°	Latitud + 10°	Latitud - 10°
35° a 40°	Latitud + 15°	Latitud - 15°
>40°	Latitud + 20°	Latitud - 20°

Fuente: eurosolar

2.3.23.2. Determinación de las horas solar pico (HPS)

Las horas de pico solar HPS su unidad (h), son las horas de irradiación diarias, su valor puede varias entre 3 a 7 horas. Su ecuación es la siguiente:

$$\text{HPS (h)}=\frac{H\ [\frac{KWh}{m^2}]}{I\ [\frac{W}{m,^2}]} \quad \text{Ecuación 7}$$

Donde:

H= irradiación se mide en kwh/m^2.

I= 1000 W/m^2 o 1kW/m^2 (a la cual está siempre medida la potencia de los módulos fotovoltaicos).

2.3.23.3. Cálculo de la corriente máxima de consumo

Se calcula la corriente máxima de consumo como el cociente entre la potencia o demanda máxima de potencia de la carga y la tensión de la batería (con valores de 12, 24 o 48V), y se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$I_{inst.max} = \frac{P_{max}}{V_{bateria}}[\frac{Ah}{dia}] \quad \text{Ecuación 8}$$

2.3.23.4. Cálculo de la corriente máxima con el factor de seguridad

Está en funcionamiento del consumo de instalación $I_{inst.max}$, se aumenta un 10% como factor de seguridad

$$I_{max} = 1.1xI_{inst.max}[\frac{Ah}{dia}] \text{Ecuación 9}$$

2.3.23.5. Cálculo de las pérdidas totales en la instalación(Kt)

Se debe tener en cuenta las posibles pérdidas en la instalación para ello se debe calcular las perdidas Kt:

$$K_T = [1 - (K_B + K_C + K_R + K_X)] \,.\, [1 - \frac{(K_A - D_{aut})}{P_d}]$$ Ecuación 10

Las diferentes incógnitas de la ecuación de pérdidas totales son:

KA: perdidas debido a la autodescarga diaria de la batería, dada a los 20 °C.

• KB: perdidas debido al rendimiento de la batería que, por lo general, tiene un valor del 5%.

• Kc: perdidas debido al rendimiento del convertidor utilizado, es decir, principalmente en instalaciones de 220 voltios.

• KR: perdidas debido al rendimiento del regulador empleado. Por lo que las pérdidas serán de un 10%.

• Kx: otras perdidas no contempladas (caídas de tensión); se escoge un valor por Defecto del 10%.

• Daut: días de autonomía con baja o nula insolación,

• Pd: profundidad de descarga de la batería, que vendrá dada por el fabricante de las baterías.

2.3.23.6. Cálculo del consumo máximo (C_{max})

Una vez, calculadas las pérdidas, se debe que calcular el consumo máximo (C_{max}) como el cociente máximo (Imax) entre las pérdidas totales (KT):

$$C_{max} = \frac{I_{max}}{K_T} [\frac{Ah}{dia}] \quad \text{Ecuación 11}$$

2.3.23.7. Cálculo del número de paneles fotovoltaicos

Conociendo la corriente que suministra el panel (E_{panel}) y el consumo máximo (C_{max}), se calcula el número de ramas necesarias utilizando la siguiente ecuación:

$$Número_{paralelo,panel} \geq \frac{C_{max}}{E_{panel}} \quad \text{Ecuación 12}$$

Se utiliza la siguiente ecuación teniendo en cuenta la tensión del banco de baterías ($V_{bateria}$) y la tensión nominal del módulo fotovoltaico (V_{panel}).

$$Número_{serie,panel} \geq \frac{V_{bateria}}{V_{panel}} \quad \text{Ecuación 13}$$

2.3.23.8. Selección del regulador fotovoltaico

Los datos necesarios para la selección del regulador son:

· Tensión nominal: tensión de trabajo (12, 24, 48 Voltios).

· Corriente máxima (I_{reg}): La máxima intensidad que soporta el regulador.

El cual se detalla en la siguiente ecuación

$$I_{regulador} = 1.1 x I_{campo-fotovoltaico}[A]$$ Ecuación 14

Para obtener el número de reguladores a conectar en paralelo, se obtiene la siguiente ecuación:

$$numero\ de\ reguladores = \frac{I_{regulador}}{I_{reg}}$$ Ecuación 15

2.3.24. Capacidad del acumulador del sistema hibrido eólico – solar

$$C_{bateria} \geq \frac{(P_{max})\ x\ D_{aut}}{(V_{bateria}) x\ (P_d)}[Ah]$$ Ecuación 16

Donde:

P_{max}= potencia máxima
P_d = profundidad de descarga de la batería
D_{aut} = Días autonomía
$V_{bateria}$ = Tensión de la batería [V]

Se conoce la capacidad que debe tener el banco de baterías y teniendo las especificaciones de la batería que pretende seleccionar, se obtiene el número de baterías necesarias, tanto en serie como en paralelo.

$$Número_{paralelo,bateria} \geq \frac{C_{bateria}}{C_{nominal}}$$ Ecuación 17

El número de baterías en serie vendrá determinado por el valor de la tensión de la instalación ($V_{bateria}$) y el valor de la tensión nominal de la batería ($V_{nominal\_bateria}$).

$$Número_{serie,bateria} \geq \frac{V_{bateria}}{V_{nominal\_bateria}} \quad \textit{Ecuación 18}$$

2.3.25. Selección del convertidor del sistema hibrido eólico – solar

Para la potencia del convertidor de corriente continua a alterna o inversor, se elegirá el inversor cuya potencia nominal o de salida sea el valor inmediatamente superior.

2.3.26. Estudio de la demanda de energía eléctrica

2.3.26.1. Pronostico de la población

Métodos matemáticos de proyección de crecimiento poblacional.

Los métodos matemáticos se aplican del INEI en el cálculo de la población futura del país, se basan en ecuaciones que expresan el crecimiento demográfico en función del tiempo.

Estas características pertinentes de la situación económica y social del futuro serán iguales que en el pasado, o serán consecuencia de una evaluación gradual, de manera tal que no afecten significativamente a la dinámica demográfica.

2.3.26.2. Método del Crecimiento Geométrico

La aplicación de este método supone que la población aumenta constantemente en una cifra proporcional a su volumen cambiante.

$$N_t = N_o(1 + r)^t \quad \textit{Ecuación 19}$$

Donde:

N_o= Población inicial.

N_t= Población futura, resultado de la proyección.

r= Tasa media anual de crecimiento (dato del INEI).

t= Número de años que se va proyectar la población.

$$IHV = \frac{habitantes}{vivienda} \text{ Ecuación 20}$$

(flores & chavez, 2010)

2.4. Definición de términos

Conceptos básicos empleados en el campo del diseño de la Generación Hibrida (eólica – fotovoltaico), servirán para entender el tema.

Energía

La energía es una magnitud física que se presenta en diversas formas.

Energías renovables

La energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables.

Sistema hibrido

La combinación de fuentes de viento y solar PV tiene la ventaja que las dos fuentes se complementan.

Energía solar

Es la energía producida por el sol y que es convertida a energía útil para el ser humano.

Radiación directa

Radiación que llega directamente del sol.

Velocidad de viento

velocidad con la que el aire de la atmósfera se mueve sobre la superficie de la tierra.

Energía eólica

La energía eólica es la energía obtenida a partir del viento.

Aerogenerador

Genera la electricidad a partir de la fuerza del viento.

Generador fotovoltaico

Conjunto de módulos o paneles fotovoltaicos interconectados en serie o en paralelo.

Tablero

Dispositivo electromecánico concebido para facilitar la interconexión eléctrica.

Paneles Solares

Generan electricidad a través de la radiación.

Regulador

Controla la energía generada por el aerogenerador y/o los paneles solares.

Batería

La batería almacena la energía producida por el aerogenerador y los paneles solares.

Inversor

El inversor transforma la energía almacenada en forma de corriente continua en las baterías.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACION

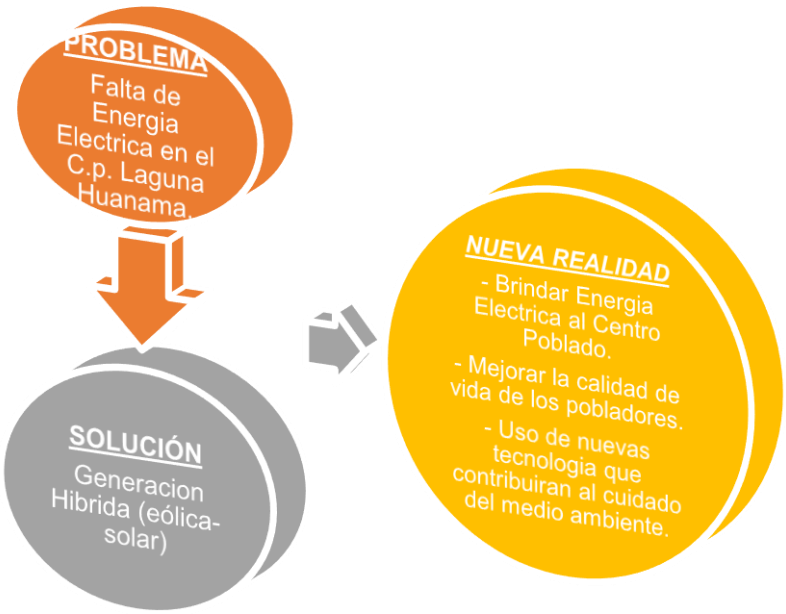
3.1.1. Tipo de investigación

Esta investigación es de tipo Cuasi Experimental Analítica, ya que adopta y recoge conocimientos de diferentes personas u organizaciones existentes sobre paneles fotovoltaicos y aerogeneradores, los cuales se explicó en la presente tesis.

3.1.2. Diseño de la investigación

Cuasi experimental

A continuación se presenta el siguiente esquema:



3.2. Población y Muestra

La población y muestra para el estudio está constituida por las 12 viviendas, hospital y un centro educativo que es el 100% que conforman el Centro poblado Laguna Huanama en el Distrito de Salas.

3.3. HIPÓTESIS:

Mediante la Generación Híbrida (eólica-solar) se podrá brindar electricidad al Centro Poblado Laguna Huanama en el Distrito de Salas.

3.4. VARIABLES:

3.4.1. Variable Independiente.

Energía solar.

Energía eólica.

3.4.2. Variable Dependiente.

Potencia eléctrica de Generación Hibrida (eólica – solar).

3.5. Operacionalización:

variable independiente	indicadores	sub indicadores	índices	técnicas de recolección de información	instrumentos de recolección de información	instrumentos de medición
Energía solar	Energía	Irradiación del lugar de emplazamiento	$kw - h /m^2$	Recolección de datos , análisis de documentos	Guía de recolección de datos, guía de análisis de documentos	Solarimetro
Energía eólica	Energía	Velocidad del viento	m/s	Recolección de datos , análisis de documentos	Guía de recolección de datos, guía de análisis de documentos	Anemómetro
variable dependiente	indicadores	sub indicadores	índices	técnicas de recolección de información	instrumentos de recolección de información	instrumentos de medición
Potencia eléctrica	Potencia solar	Modulo fotovoltaico	Wp	Ficha técnica	Guía de análisis de documentos	Cálculo
	Potencia del viento	Aero generador	KW	Ficha técnica	Guía de análisis de documentos	Cálculo

3.6. Abordaje metodológico, técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.6.1. Abordaje metodológico:

Analítico descriptivo

El abordaje metodológico es Analítico porque se analizó y describió datos de la velocidad de viento y radiación solar y describir cómo se comporta en un determinado tiempo, a través del solarimetro y anemómetro tomaremos mediciones que también se comparó con los del SENAMI, atlas solar y eólico.

3.6.2. Técnicas de recolección de datos.

Esta tesis se utilizó las siguientes técnicas:

Entrevista:

Constaron de preguntas flexibles, las cuales pueden cambiar según los entrevistados las preguntas constan con un orden fijo en el formulario y pueden hacerse en orden flexible. Se dirige sobre todo a la obtención de datos cuantitativos.

Encuesta:

Se buscó recoger datos por medio de un cuestionario diseñado, que tomara en cuenta a la población del Centro Poblado, los cuales nos brindaran información clave para el desarrollo de este proyecto.

Análisis de documentos:

Se tuvo en cuenta páginas web, revistas, , tesis, etc.

3.6.3. Instrumentos de recolección de datos

3.6.3.1. Guías de Medición.

Se diseñó la guía de medición para determinar la irradiación solar y velocidad de viento con el fin de tener una noción en el comportamiento en un periodo de tiempo. Estas medidas fueron tomadas en la localidad de Laguna Huanama. Anexo 5

3.6.3.2. Cuestionario.

Se realizó una entrevista al Ingeniero especialista en electrificación rural y urbana, el Ing. Jony Villalobos Cabrera, quien tiene vasta experiencia.
El cuestionario tiene datos generales del entrevistado, luego las 6 primeras preguntas sobre las energías renovables y su comportamiento, luego los parámetros que debemos tomar en cuenta en el Sistema, pasos y ventajas para el mejor diseño la presente investigación de Generación Hibrida (eólica – fotovoltaica). ANEXO 01

3.6.3.3. Hoja de encuesta

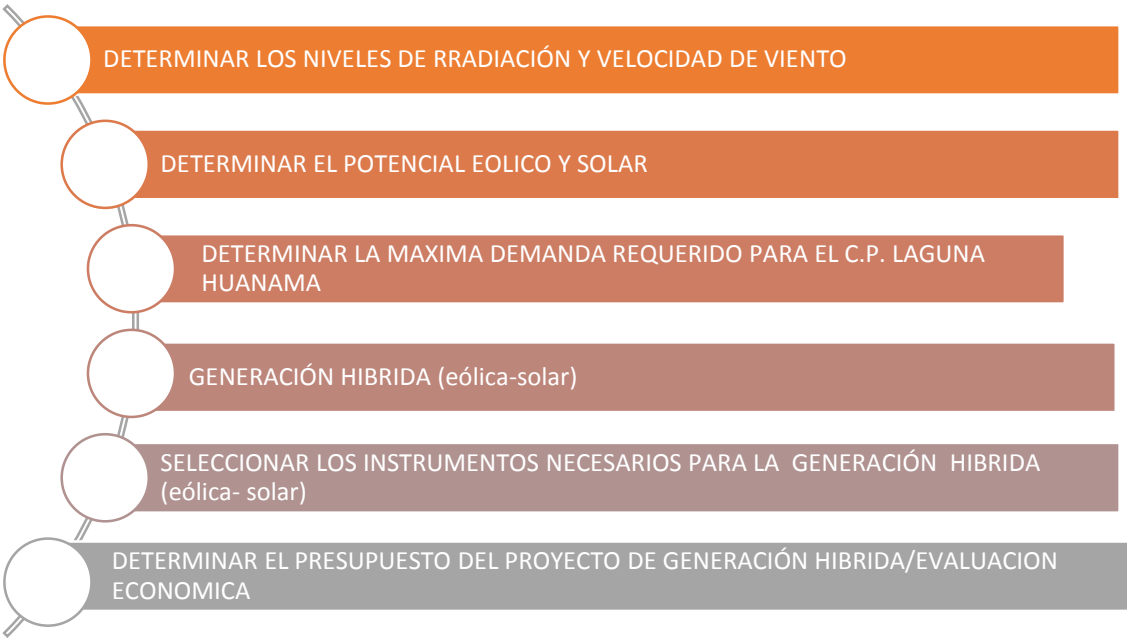
Se encuestó a la familia de la localidad para evaluar la demanda de energética requerida. La encuesta tiene contenido como la Ubicación, Población, Medios de comunicación, etc, de las familias del Centro Poblado Laguna Huanama. ANEXO 03

3.6.3.4. Guía de análisis de documentos

Se revisó normas legales dadas por el MEM que regula lo referente a centrales solares y centrales eólicas del Perú.
También se tomó en consideración planos de ubicación y distribución del Centro Poblado Laguna Huanama, facilitado por la de municipalidad de Olmos o también por el departamento de territorio del gobierno regional, material bibliográficos de la USS, y de la universidad PRG, Censos, y

datos de población del INEI, Atlas solar y Atlas eólico y información de SENAMI.

3.7. Procedimiento para la recolección de datos.



3.7.1. Análisis estadístico para recolección de datos

3.7.1.1. Enfoque cuantitativo

Se utilizó la estadística descriptiva, se aplicó:

La media, moda, promedio, mínimos y máximos valores.

Se utilizó el software Excel, para procesar datos y otros.

3.8. Análisis estadístico e interpretación de los datos

3.8.1. Enfoque cualitativo

Se realizó entrevistas, guías de observación cuyos datos se dirigen a mediciones de radiación y velocidad de viento. Se analizó documentos que se obtuvo del SENAMI, y también de la NASA también guiándose sobre entidades que brinden información crucial.

También se realizó encuestas a la localidad Lagunas Huanama para obtener la máxima demanda requerida.

3.8.2. Enfoque cualitativo

Se realizó la estadística, mediana, máximos y mínimos valores.

Se utilizó el software Excel, para poder procesar, tabular datos.

3.9. Principios éticos

Criterios	Características éticas del criterio
Consentimiento Informado	Los encuestados deben de estar de acuerdo con ser informantes y conocer sus derechos.
Confidencialidad	Proteger la identidad de los encestados
Observación Participante	El encuestador debe tener ética por los efectos y las consecuencias que pueden suceder con los encuestados.
Entrevistas	El encuestador interactúa con las personas encuestadas a través de las preguntas y se va desarrollando la entrevista.

Fuente: Sistemas de Información Científica

Credibilidad:

Se realizó una encuesta para determinar el requerimiento de consumo de energía “Máxima Demanda” de los pobladores del Centro Poblado Laguna Huanama, También se realizó la entrevista al ingeniero especialista el cual nos permitió conocer a profundidad el tema. También se realizó un estudio meteorológico tomando datos de radiación solar y velocidad de viento y comparándolo con los datos de SENAMI.

3.10. Principios de rigor científico

Criterios	Característica del criterio	Procedimiento
Credibilidad Valor de la verdad/ autenticidad	Aproximación de los resultados de una investigación frente al fenómeno observado.	- Los resultados son reconocidos “verdaderos” por los participantes. - Observación continua y prolongada del fenómeno.
Consistencia Dependencia/replicabilidad	La complejidad de la investigación cualitativa dificulta la estabilidad de los datos..	- Descripción detallada del proceso de recogida, análisis e interpretación de los datos. - Reflexividad del investigador.
Adecuación teórico-epistemológica	Correspondencia adecuada del problema por investigar y la teoría existente.	- Contrastación de la pregunta con los métodos. - Ajustes de diseño.

Fuente: Sistemas de Información Científica

Validez.

La validez de la presente tesis es de investigación interesa a la correcta interpretación y exhaustivo cuidado del resultado metodológico que se obtenga en este estudio los cuales compararemos y se tomen datos de la NASA (atlas solar y atlas eólico) y también de SENAMI, del tema científico, en este caso el estudio de la Energía Renovable y la de Generación Hibrida (eólica – solar) y que se convirtió en un soporte básico para la validez de esta tesis.

CAPÍTULO IV
PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN

4.1. ENFOQUE CUANTITATIVO

4.1.1. ENCUESTAS

Las presentes encuestas de realizaron a los pobladores de Centro Poblado Laguna Huanama, en el distrito de Salas, específicamente a 12 familias el 100% de todo la comunidad, cuales valores fueron tomados como la frecuencia para el desarrollo de esta investigación, ANEXO 03.

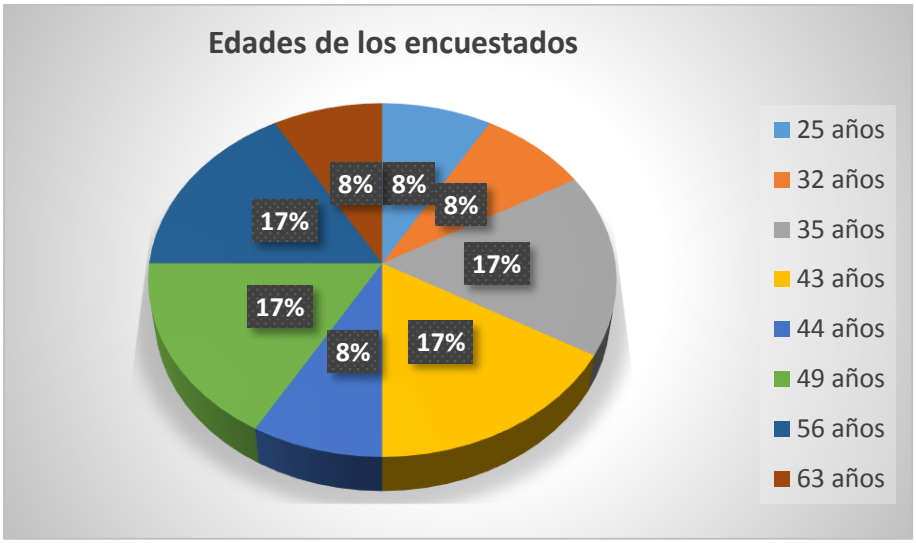
A) Variables generales:

EDAD

Tabla 3: *Edad de los pobladores*

Valor	frecuencia	porcentaje
25 años	1	8%
32 años	1	8%
35 años	2	17%
43 años	2	17%
44 años	1	8%
49 años	2	17%
56 años	2	17%
63 años	1	8%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia



Ιλυστραχι ν 16: Ρανγο δε εδαδεσ προμεδιο

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De acuerdo a la ilustración N°16, se puede ver que la edad promedio de edad de las personas encuestadas es de 43 a 56 años, con un promedio de 17% en el Centro Poblado Laguna Huanama.

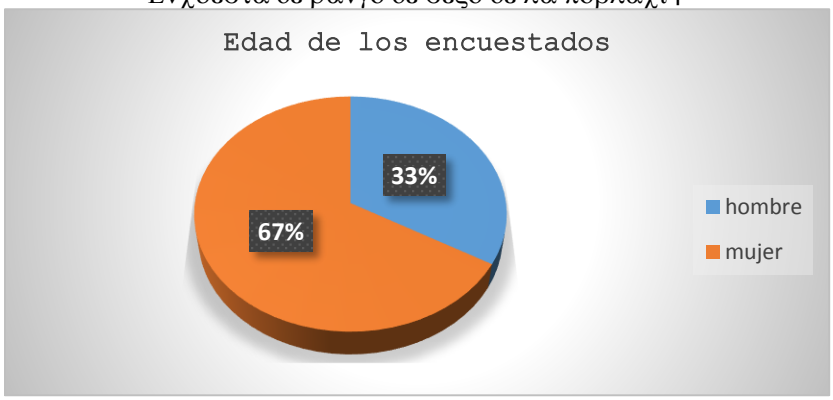
SEXO

Tabla 4: *sexo de los encuestados*

valor	frecuencia	porcentaje
hombre	4	33%
mujer	8	67%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

Ενχυεστα δε ρανγο δε σεξο δε λα ποβλαχι ∫



Ιλυστραχι ∫ν 17: Ρανγο δε σεξο δε λοσ ενχυεσταδοσ

Fuente: elaboración propia

Análisis:

Observamos que la ilustración N° 17, se puede observar que la mayor parte de la población encuestada fueron mujeres con un total de 67% ya que estas se dedican al hogar en el Centro Poblado Laguna Huanama.

OCUPACION

Tabla 5*: ocupación de los encuestados*

valor	frecuencia	porcentaje
agricultor	3	25%
ama de casa	8	67%
ganadero	1	8%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

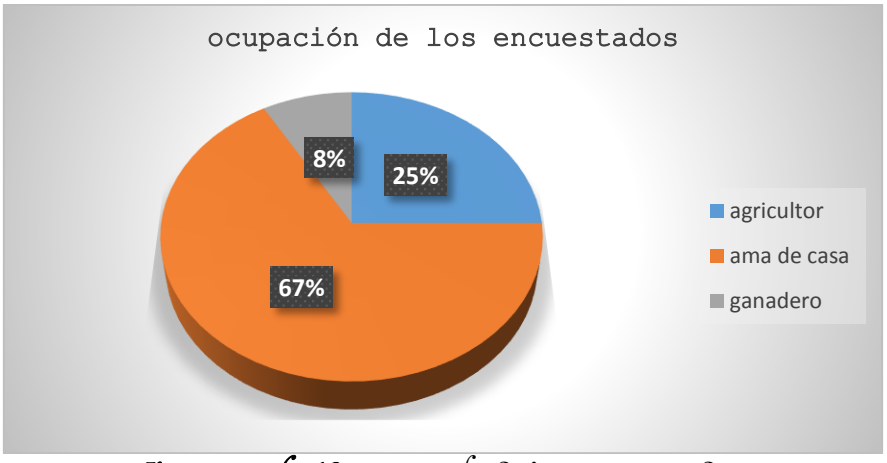


Ilustración 18: ocupación de los encuestados

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°18, se puede observar que la mayor parte de los pobladores encuestados, son amas de casa ya que se dedican a atender a los conyugues y el 25% que encontramos y encuestamos fueron ganaderos de diversos mamíferos ovinos, caprinos, y avícolas.

B) Temática de la investigación:

Pregunta 1. ¿Número Total de Habitantes en su familia?

Tabla 6: *habitantes que conforman su familia*

valor	frecuencia	Porcentaje
1 persona	0	0%
2 personas	0	0%
3 personas	1	8%
4 personas	3	25%
5 personas	6	50%
6 personas	2	17%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

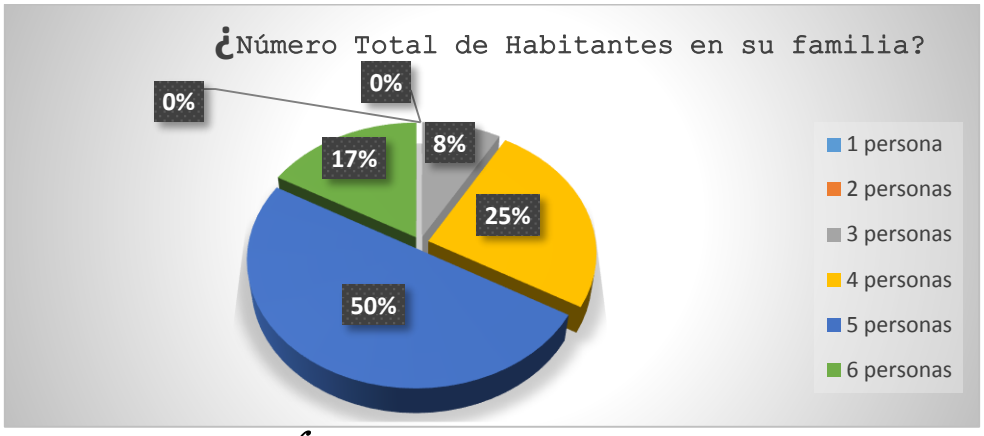


Ilustración 19: habitantes que conforman su hogar

Fuente: elaboración propia

Análisis:

La ilustración N°19, se puede observar que en la columna valor cuenta cuantas personas conforman su familia, la gran mayoría de los pobladores encuestados está conformada por 5 personas por familia, con el 50%. Y con el menor número de población está conformada por 3 personas siendo el 8%.

Pregunta 2. ¿Cuántos niños o niñas viven en su casa?

Tabla 7: *número de niños que viven en su familia*

valor	frecuencia	Porcentaje
0 niño/as	6	50%
1 niño/as	3	25%
2 niño/as	3	25%
3 niño/as	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

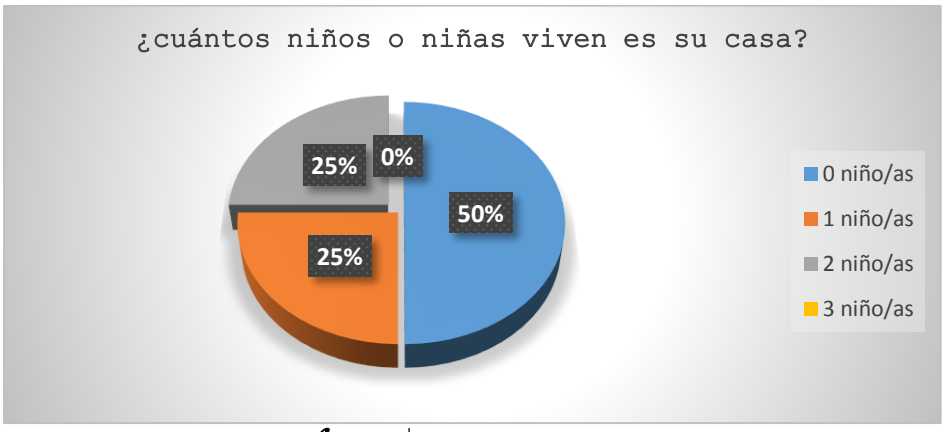


Ilustración 20: número de niños que viven en su familia

Fuente: elaboración propia

Análisis:

En la ilustración N°20, podemos observar que en la columna de valor cuenta cuantos niños o niñas viven en cada familia de la población encuestada, con el más alto porcentaje no cuenta con niños 50%, luego viven un promedio de 1 a 2 niños/as por familia con un porcentaje de 25%.

Pregunta 3. ¿Qué medio utiliza para comunicarse con el centro poblado más cercano?

Tabla 8: *medio de comunicación al centro poblado más cercano*

valor	frecuencia	porcentaje
trocha	12	100%
rio	0	0%
carretera	0	0%
otro	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

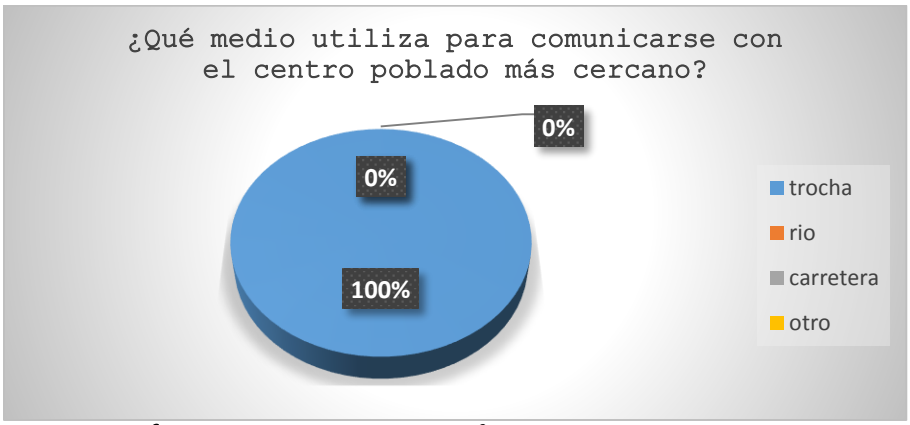


Ilustración 21: medio de comunicación al centro poblado más cercano

Fuente: elaboración propia

Análisis:

En la ilustración N°21, podemos observar que en la fila de valor se encuentras las opciones de camino al centro Poblado más cercano, siendo el 100% trocha, por lo tanto se interpretó que es el único medio para el traslado es por medio de la caminata.

Pregunta 4. ¿Cuenta con teléfono celular?

Tabla 9*: cuentan con teléfono celular*

valor	frecuencia	porcentaje
no	9	75%
si	3	25%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

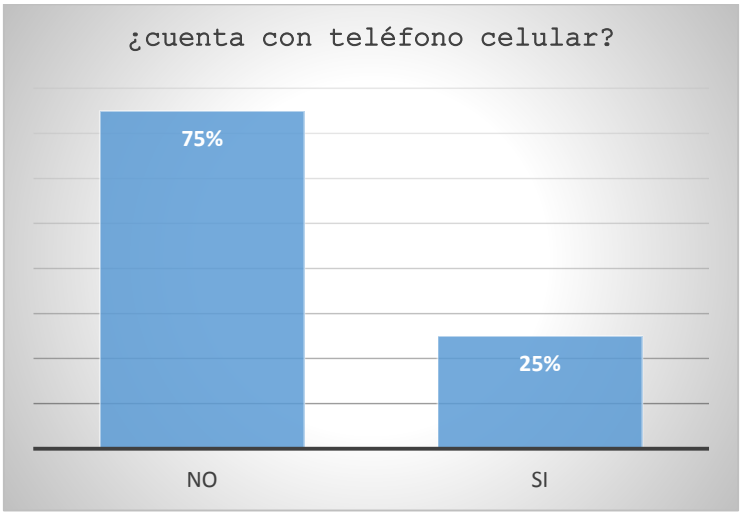


Ilustración 22: cuentan con teléfono

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°22, en la columna de valor cuenta con dos respuestas siendo 75% de la población encuestada no cuenta con teléfonos celulares, y el 25% de la población si cuenta, analizando llegamos a la conclusión que la mayoría de personas esta incomunicada del mundo exterior.

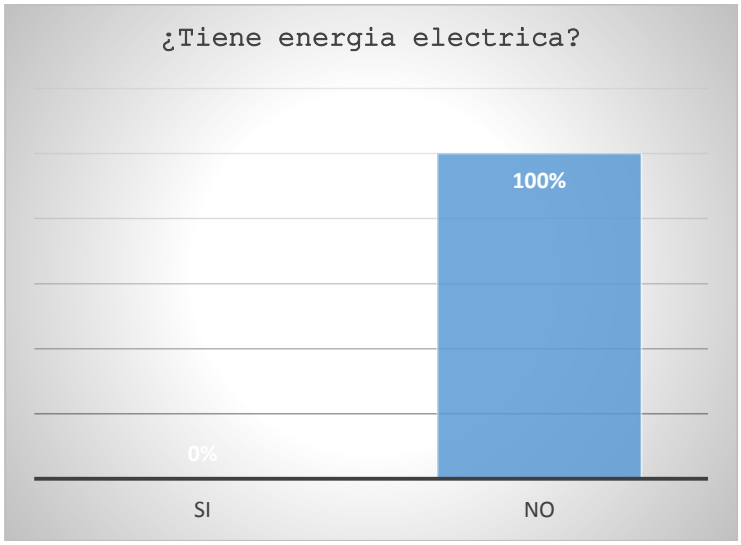
Pregunta 5. ¿Tiene energía eléctrica?

Tabla 10: *cuenta con energía eléctrica*

valor	frecuencia	porcentaje
si	0	0%
no	12	100%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

Ilustración 23: cuenta con energía eléctrica



Ιλυστραχι ſν 24: χυεντα χον ενεργ{ α ελ⌈χτριχα

Fuente: elaboración propia

Análisis:

En la ilustración N°23, se observa que la columna de valor se encuentran dos respuestas la cual el 100% es no, interpretando el porcentaje dado quiere decir que el Centro Poblado Laguna Huanama no cuenta con ningún servicio de energía eléctrica.

Pregunta 6. ¿Le gustaría tener energía eléctrica?

Tabla 11: *le gustaría tener energía eléctrica*

valor	frecuencia	porcentaje
no	1	8%
si	11	92%
Total general	**12**	**100%**

Fuente. Elaboración propia

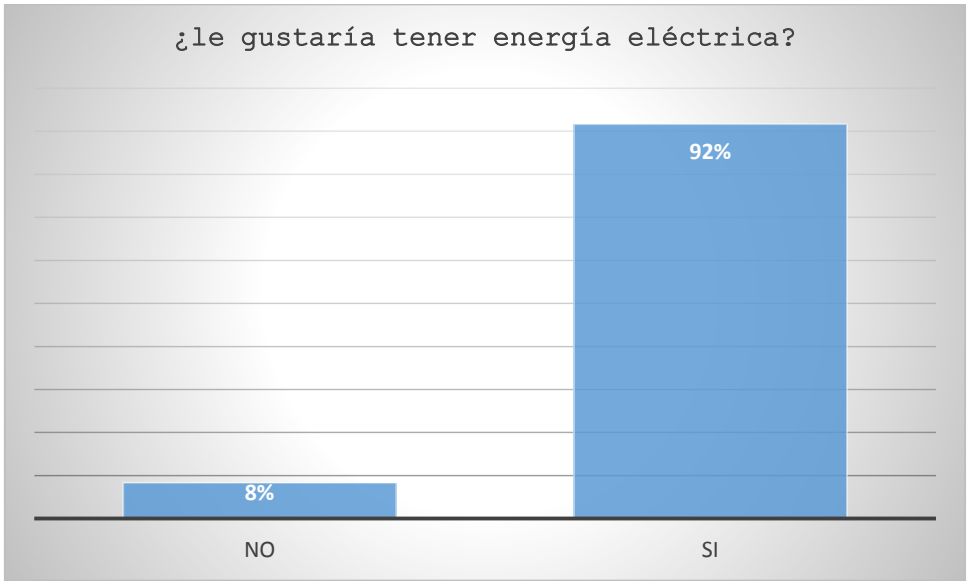


Ilustración 25: le gustaría tener energía eléctrica

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°24, podemos observar que en la columna de valor nos da dos respuestas siendo el 92% “si”, interpretando el porcentaje llegamos a la conclusión que la población del Centro Poblado Laguna Huanama está de acuerdo con la implementación de energía eléctrica y solo el 8% de la población está en desacuerdo.

Pregunta 7. ¿Cuántas horas diarias utilizaría energía eléctrica?

Tabla 12: *horas de energía eléctrica*

valor	frecuencia	porcentaje
1 hora	2	17%
2 hora	3	25%
3 hora	5	42%
4 hora	2	17%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

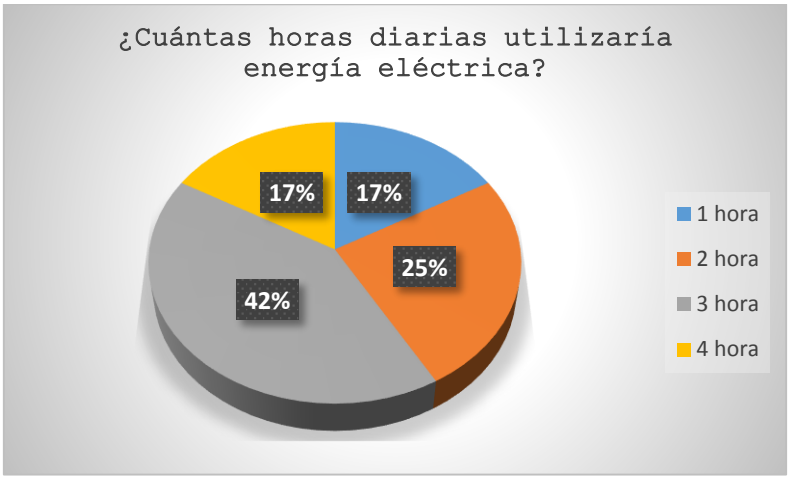


Ilustración 26: horas de energía eléctrica

Fuente: elaboración propia

Análisis:

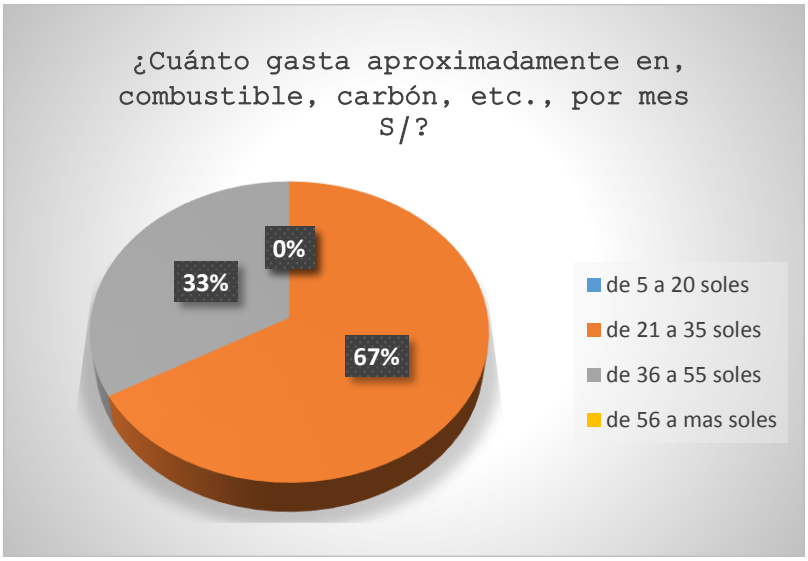
De la ilustración N°25, observamos la columna de valor que tenemos las horas respectiva de uso de energía eléctrica siendo el 42% el mayor uso por 3 horas de uso de energía eléctrica, un 17% y 25% en el uso de intervalos de 2 y 4 horas diarias.

Pregunta 8. ¿Cuánto gasta aproximadamente en, mecheros, velas carbón, combustible, etc., por mes S/?

Tabla 13: *gastos aproximados de materiales necesarios para la iluminación*

valor	frecuencia	porcentaje
de 5 a 20 soles	0	0%
de 21 a 35 soles	8	67%
de 36 a 55 soles	4	33%
de 56 a más soles	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia



Ιλυστραχι ∫ν 27: γαστοσ απροξιμαδοσ δε ματεριαλεσ νεχεσαριοσ δε ιλυμιναχι ∫ν

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°26, en la columna de valor tenemos los gastos mensuales en diversos materiales teniendo un 67% de población que gasta un aproximado de 21 a 35 soles y un 33% de la población que gasta de 36 a 55 soles aproximadamente al mes para poder coexistir en la oscuridad.

Pregunta 9. ¿Conoce que es una energía hibrida (eólica – solar)?

Tabla 14: *conoce que es energía hibrida*

valor	frecuencia	porcentaje
no	9	75%
si	3	25%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

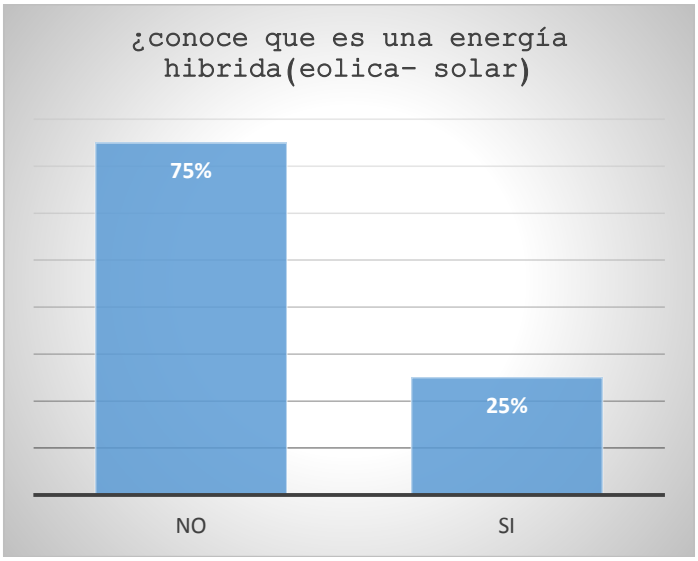


Ilustración 28: conoce que es energía hibrida

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°27, en la valor se tiene dos respuestas de las cuales el 75% de la población no conoce que es energía hibrida, el otro 25% tiene alguna noción sobre el tema.

Pregunta 10. ¿Sabe usted como se produce la energía hibrida a través de la radiación solar y el viento?

Tabla 15: *como se produce la energía hibrida*

valor	frecuencia	porcentaje
no	9	75%
si	3	25%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

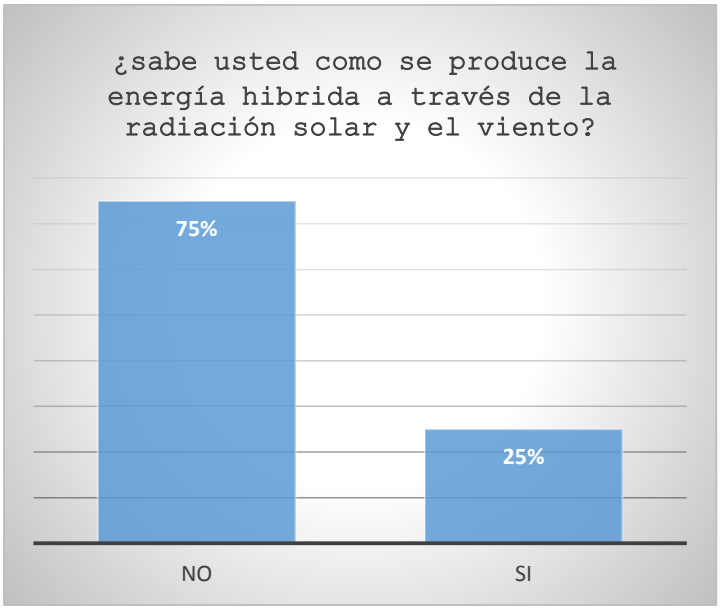


Ilustración 29: Como se produce la energía hibrida

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°28, observamos en la columna de valor donde se cuenta con dos respuestas siendo el 75% de la población que no conocen como ser produce la energía hibrida, con un 25% de la población encuestada que tiene alguna noción como se produce.

Pregunta 11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por energía eléctrica en su hogar?

Tabla 16: *dispuesto a pagar por el servicio de energía eléctrica*

valor	frecuencia	porcentaje
5 a 15 soles	2	17%
16 a 25 soles	7	58%
26 a 45 soles	3	25%
46 a 65 soles	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

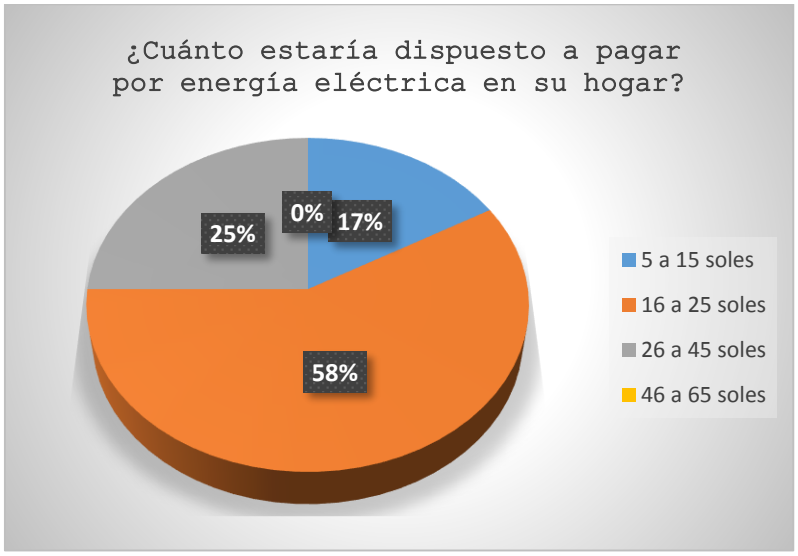


Ilustración 30: dispuesto a pagar por el servicio de energía eléctrica

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°29, podemos observar que en la columna de valor se tiene diversos valores monetarios siendo 58% de 16 a 25 soles, el aporte que los pobladores estarían dispuestos a pagar por el servicio de energía

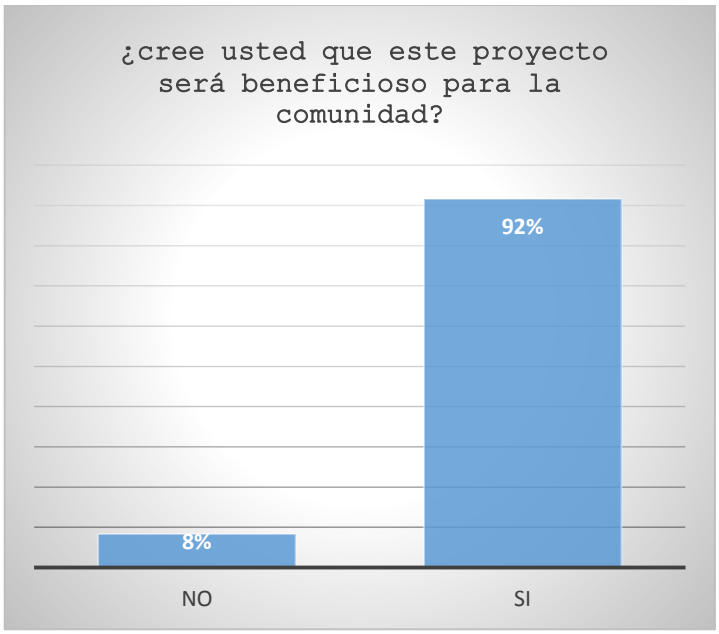
eléctrica y el otro 17% y 25% estarían dispuesto a pagar 5 a 15 soles y de 26 a 45 soles respectivamente.

Pregunta 12. ¿Cree usted que este proyecto será beneficioso para la comunidad?

Tabla 17: *cree que será beneficioso el proyecto de generación hibrida (eólico- solar)*

Valor	frecuencia	porcentaje
No	1	8%
Si	11	92%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia



Ιλυστραχι ∫ν 31: χρεε θυε σερ⟨ βενεφιχιοσο ελ προψεχτο δε γενεραχι ∫ν ηιβριδα (ε ∫λιχο– σολ αρ)

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°30, observamos que en la valor consta de 2 respuestas siendo de 92% “si” afirmando que si será beneficioso para el Centro Poblado Laguna Huanama y un 8% cree que no por diversas razones.

Pregunta 13. ¿Qué actividades se realizan en su hogar?

Tabla 18: *actividades realizadas por los miembros del hogar*

valor	frecuencia	porcentaje
agricultura	6	50%
cultivo	3	25%
ganadería	3	25%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

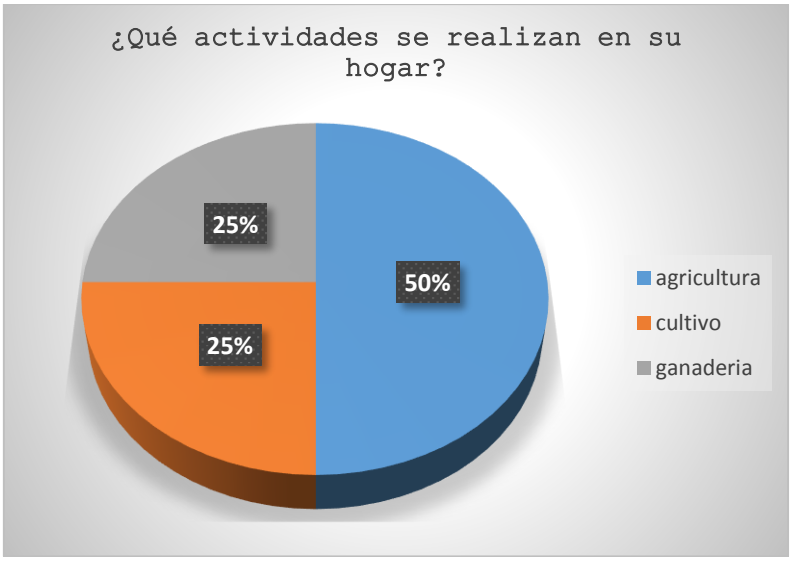


Ilustración 32: actividades realizadas por los miembros del hogar

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°31, observamos la valor con las distintas alternativas siendo la mayor del 50% de los pobladores se dedican a la agricultura, con un 25% de los pobladores se dedican al cultivo y ganadería en el Centro Poblado Laguna Huanama.

Pregunta 14. ¿A qué hora se levanta usualmente?

Tabla 19*: hora que comienzan hacer sus actividades*

valor	frecuencia	porcentaje
4:30:00 AM	1	8%
5:00:00 AM	8	67%
5:30:00 AM	3	25%
6:00:00 AM	0	0%
7:00:00 AM	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

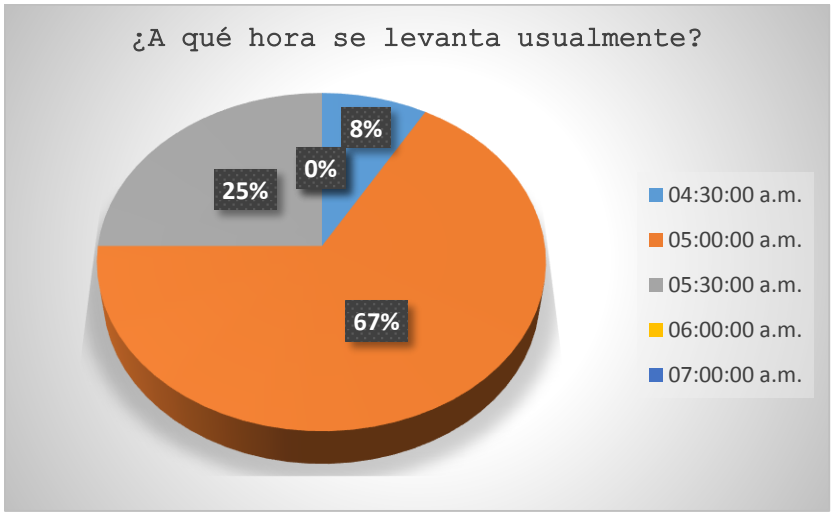


Ilustración 33: hora que comienzan hacer sus actividades

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°32, observamos que en la columna de valor se tiene los horarios para despertar y comenzar el día de labores, con el mayor 67% los pobladores se despiertan a las 5:00 am, con un 25% los pobladores se despiertan a las 5:30 am, y con el mínimo de 8% los

pobladores de despiertan a las 4:30 para comenzar a laborar en las diversas labores.

Pregunta 15. ¿Cuánto es su ingreso aproximado al mes?

Tabla 20: *ingreso mensual*

valor	frecuencia	porcentaje
100 a 500 soles	2	17%
501 a 850 soles	6	50%
851 a 1200 soles	4	33%
1201 a 1550 soles	0	0%
Total general	**12**	**100%**

Fuente: elaboración propia

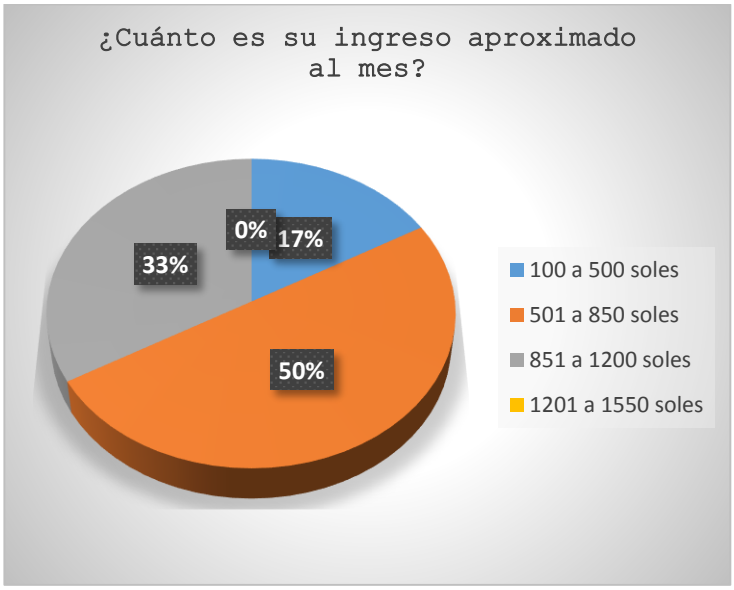


Ilustración 34: ingreso mensual

Fuente: elaboración propia

Análisis:

De la ilustración N°33, se puede observar en la columna de valor se cuenta con diversas cifras de cantidades en soles que pueden que ganen los pobladores, siendo el 50% con ingresos de 500 a 850 soles, con 33% de ingresos de 851 a 1200 y por ultimo con un porcentaje de 17% con ingreso de 100 a 500 soles, de eso se concluye e analiza que los

pobladores del Centro Poblado Laguna Huanama están en las posibilidades de adquirir energía eléctrica a través de una energía limpia.

4.1.2. ENFOQUE CUALITATIVO

4.1.2.1. Análisis de entrevistas

La entrevista realizada al especialista en el campo, ayudaron a recopilar mucho mayor conocimientos sobre el tema de investigación, una de ella se hizo al ingeniero Villalobos Cabrera Jony, el cual con su larga experiencia respondió las respuestas y dudas que se tenía, también nos brindó consejos cuales son los pasos y métodos que se utilizan para la Generación Hibrida (sola- eólica). También se realizó la entrevista al teniente gobernador Clodomiro Casas Huertas quien brindo información clave del Centro Poblado Laguna Huanama para poder saber un poco más sobre en centro poblado. La aportación de las dos personas entrevistadas permitió tener una mejor perspectiva del tema y zona de la investigación; ANEXO 01, ANEXO 02.

4.1.2.2. Análisis de guías de observación

Las guías de observación se tomó encuentra material recopilado proyectos del MINEM y también recopilando información de mapas de velocidad y viento de la Nasa, datos obtenidos de SENAMI, haciendo comparación con los resultados obtenidos y así analizando el promedio en análisis estadístico a través del Microsoft Excel.

4.1.3. Cálculo y diagrama de procesos

4.1.3.1. Tasa de crecimiento poblacional por departamento

Tasa de crecimiento poblacional por departamento en el Perú, desde el 2010 hasta 2015 según el INEI instituto nacional de estadística.

Tabla 21: *Tasa de crecimiento geométrico anual por departamento*

PERU: TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO MEDIO ANUAL
SEGUN DEPARTAMENTOS, 1995-2015

DEPARTAMENTOS	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3
COSTA				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
SIERRA				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurimac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.5	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junin	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
SELVA				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martin	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Fuente: INE

La tasa de crecimiento poblacional para el departamento donde se localiza el Centro Poblado Laguna Huanama es Lambayeque durante el periodo 2010 al 2015, es de 1.5%.

4.1.3.2. Proyección del crecimiento poblacional

Para hallar el crecimiento poblacional en proyección teniendo en el año 2016, 60 habitantes y la proyección de 20 años, utilizaremos la siguiente formula.

$$P = P_0 (1 + r)^n$$

P=Población final

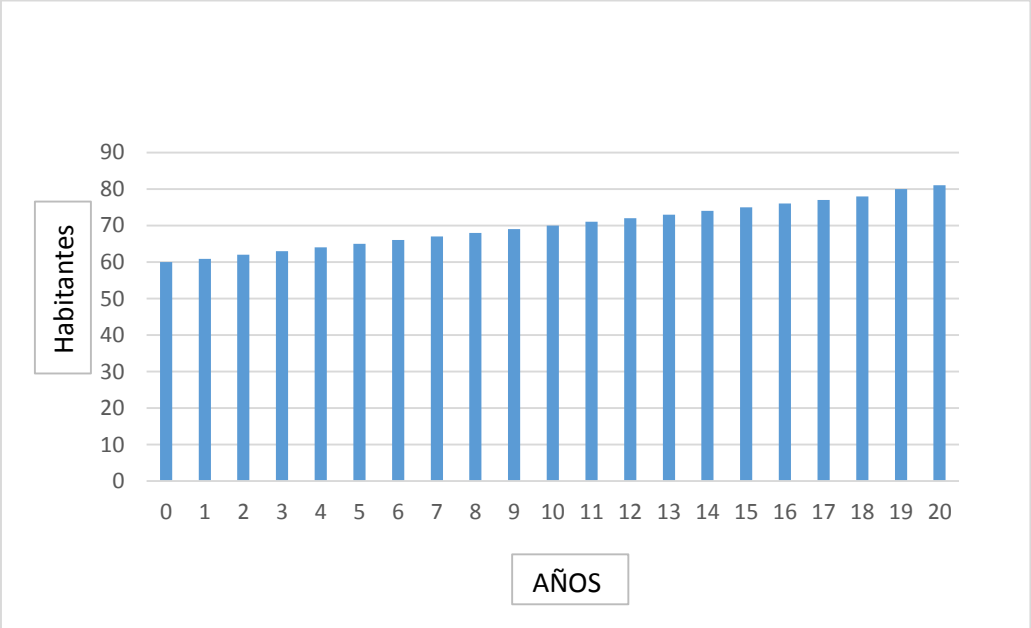
P_0=Población inicial

r = Tasa de crecimiento 1.5%

$$Pp = 60(1 + 0.015)^{20}$$

$$Pp = 81 \text{ Habitantes}$$

Tabla 22: crecimiento Poblacional estimado en 20 años



Fuente: elaboración propia

Podemos observar en el gráfico, la proyección poblacional de Centro Poblado Laguna Huanama, estimada en 20 años a los que nos da un total de 81 habitantes.

4.1.3.3. Pronostico de número de viviendas

El cálculo de IHV se toma en cuenta los números de habitantes y el número actuales de viviendas.

(IHV) para la localidad Laguna Huanama es:

$$IHV = \frac{\text{Habitantes}}{\text{Viviendas}}$$

Habitantes: 60

Viviendas: 12

$$IHV = \frac{60}{12} = 5\ Habitantes\ por\ vivienda$$

Teniendo la proyección del Centro Poblado Laguna Huanama que será de 20 años con 81 habitantes. Se obtendrá el número de viviendas a futuro (NV)

$$NV = \frac{81}{5} = 16\ viviendas$$

En la siguiente tabla se muestra un resumen de la proyección tanto de los números de lotes y viviendas en una proyección de 20 años.

***Tabla 23**: resumen de proyección de viviendas y habitantes*

contabilidad	años proyectados	N° habitantes	Lotes
0	2016	60	12
1	2017	61	12
2	2018	62	12
3	2019	63	13
4	2020	64	13
5	2021	65	13
6	2022	66	13
7	2023	67	13
8	2024	68	14
9	2025	69	14
10	2026	70	14
11	2027	71	14
12	2028	72	14
13	2029	73	15
14	2030	74	15
15	2031	75	15
16	2032	76	15
17	2033	77	15
18	2034	78	16
19	2035	80	16
20	2036	81	16

Fuente: elaboración Propia

De acuerdo a la tabla 23, en el año 2016 se tomó como el año cero, donde el número de lotes fue 12 y proyectando a 20 años se llegó a la conclusión que se tendrá 16 viviendas proyectadas.

4.1.3.4. Consumo de energía (W/día) por vivienda

De la recolección de campo de estudio se obtuvo la recopilación de los posibles electrodomésticos que se utilizarían en las 12 viviendas de del Centro Poblado Laguna Huanama cumpliendo con el total del 100%. Las cargas a ser tomadas en cuenta son del tipo doméstico.

Cuadro de carga domestica diaria

electrodomésticos	cantidad	potencia (w)	horas de uso	energía diaria (wh/dia)
radio grabadora	1	30	2	60
Cargador cel.	1	5	1	5
Televisor	1	50	3	150
foco ahorrador	4	11	4	176
		96		391 (Wh/dia)

Tabla 24: cuadro de carga domestica diaria

Fuente: elaboración propia

Se toma la totalidad de viviendas actuales:

Energía diaria domestica: 391x 12 viviendas = 4692 Wh/dia

- **Carga de uso general**

La energía para las cargas de uso general ha sido definida en función al desarrollo del Centro Poblado, se considera como cargas de uso general a: locales comunales iglesias centros educativos, postas, etc. Y se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 25*: tabla de carga de uso general*

Carga colegio primario

electrodomésticos	cantidad	potencia (w)	horas de uso (H)	energía diaria (wh/dia)
radio grabadora	1	30	2	60
foco ahorrador	3	25	4	300
Computadora	1	150	2	300
		205		660

Fuente: elaboración propia

Tabla 26: *tabla de demanda diaria de posta médica*

Demanda de Posta medica

Electrodomésticos	cantidad	potencia (w)	horas de uso (H)	energía diaria (wh/dia)
foco ahorrador	2	20	3	120
Ventilador	1	40	0.5	20
Televisión	1	50	1	50
		110 (w)		190 (Wh/dia)

Fuente: elaboración propia

Tabla 27*: tabla de alumbrado público*

Alumbrado Publico

Localidad	N° de usuarios	KALP	CMAP(kw.h)	PPL(W)	PI	Punto de iluminación	Kw
Laguna Huanama	60	6.3	189	50	1	1	0.05

Fuente: elaboración propia

Energía total actual diaria = 4692 + 660+190 = 5542 W-h/dia

Potencia promedio diaria = 230 w

Demanda de potencia diaria actual (W)= 1152+205+110=1467w= 1.5kw

Tipo de localidad

La calificación eléctrica para el servicio particular, en watts/lote, asignado al proyecto, tomando en consideración la norma DGE: se tiene:

Tabla 28: *tipo de localidad*

TIPO I	Capitales de Distrito o Centros poblados Urbano Rural. La calificación asignada es de 600 w por lote
TIPO II	Grupos de viviendas situadas en áreas Rurales. La calificación es de 400 w por lote
TIPO V	Grupos de viviendas situadas en vías de regulación, calificados como centros poblados. La calificación es de 200 w por lote (suministro monofásico)

Fuente: norma DGE

Localidad de tipo V: ya que son viviendas en vías de regulación en el sector netamente rural que aún no presentar configuración urbana y no están situadas a lo largo de la carretera.

Cálculo para el diseño de alumbrado Público (AP)

Tabla 29*: tabla según sector de distribución*

SDT	KALP (kw.h/usuario-mes)	Potencia de lámpara vapor de sodio (W)
4	7.4	70
5	6.3	50
Especial	4.7	50
SER	6.3	50

Fuente: Norma DGE

Se determinó un CMAP con la fórmula:

$$CMAP=F \times KALP \times Un$$

Donde:

CMAP = consumo mensual de alumbrado público kw/h

KALP = factor de AP = 6.3

UN = Número de Usuarios = 12

F = 0.5, para los SER.

$$CMAP= 0.5 \times 6.3 \times 12$$

$$CMAP = 37.8 \text{ kw/h}$$

Para calcular el número de iluminación se tomó:

$$PI = (CMAP)/ NHMAP \times PPL+10)$$

Donde:

PI = puntos de iluminación

CMAP = Consumo mensual de alumbrado Publico

NHMAP = Número de horas mensuales de alumbrado Público= 0.360

PPL = Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado Publico

$$PI = 37.8 / (0.360 \times 50+10)$$

$$PI = 0.987= 1 \text{ postes de iluminación}$$

DEMANDA ELECTRICA FUTURA

El presente cuadro indica la demanda futura anual proyectada desde el año 2016 hasta el año 2036 cumpliendo con la norma establecida.

Tabla 30*: Demanda a futuro proyectada*

Años	KW	W
2017	1.076	1076.2451
2018	1.091	1090.77617
2019	1.1666	1166.5742
2020	1.1825	1182.46022
2021	1.1986	1198.58452
2022	1.2150	1214.95068
2023	1.2316	1231.56234
2024	1.3142	1314.19028
2025	1.4398	1439.79738
2026	1.4582	1458.16913
2027	1.4768	1476.81646
2028	1.4957	1495.74351
2029	1.5858	1585.8043
2030	1.6064	1606.36616
2031	1.7859	1785.91316
2032	1.8095	1809.47666
2033	1.8334	1833.3936
2034	1.9340	1933.99471
2035	1.9598	1959.77943
2036	1.9860	1985.95091

Fuente: elaboración propia

La demanda de potencia proyectada a 20 años es Pt = 1985.95 W

4.1.4 Dimensionamiento del sistema hibrido (eólico - fotovoltaico) para la generación eléctrica en el centro poblado Laguna Huanama.

En el siguiente cuadro se muestran los porcentajes usados tanto de energía eólica como es solar:

Tabla 31: *dimensionamiento del sistema hibrido*

Dimensionamiento porcentual de energías

	proyección a 20 años		
energías	watts(anual)	w-h (anual)	porcentaje
eólica	1200	3153.6	60%
solar	785.95	2065.478996	40%
Total	1985.95	5,219.0790	100%

Fuente: elaboración propia

4.1.4.1. Descripción del comportamiento del viento para el centro poblado Laguna Huanama.

Los vientos en el centro Poblado Laguna Huanama son predominantes de sureste casi todo el año, con velocidad promedio brindada por el SENAMI que se detallan en el ANEXO 06.

El resultado de las mediciones de velocidad de viento son de 4 meses (referencial) ;ANEXO 04

La siguiente tabla se hace una comparación entre diversos entes de medición de viento para poder compararlos y tomar el más conveniente.

Tabla 32: *Tabla de comparación de velocidad de viento*

ENTE	VELOCIDAD DE VIENTO (m/s)	ALTURA DE MEDIDA (m)
ATLAS EÓLICO	Mínima 7.0 Máxima 8.0	80 m
SENAMI	7.3	15 m
TESISTA **ANEMOMETRO : DIGITAL** **MARCA: BENETECH** **MODELO: GM816**	Mínima 4.6 Máxima 8.9	12 m

Fuente: elaboración propia

4.1.4.2. Dimensionamiento del sistema eólico

El consumo del centro Poblado Laguna Huanama para el sistema eólico:

Potencia de ingreso a 20 años = 1985.95091 w
Potencia de ingreso al sistema eólico del 60% = 1200 w
Energía total de sistema eólico 60% del total = 3153.6 wh

Diámetro del rotor

$$D = 2.5\sqrt{\frac{PD}{V^3}}$$

PD = Demanda (w)
V = Velocidad de viento

$$D = 2.5\sqrt{\frac{1200}{7.3^3}}$$

$$D = 4.39\ \text{m}$$

ÁREA DEL BARRIDO CIRCULAR

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

$\pi = 3.1416$

$$A = \frac{3.1416 \times 4..39^2}{4}$$

$$A = 15.14\ m^2$$

POTENCIA DEL VIENTO (W)

$$PV = \frac{\pi}{8} \times \delta \times D^2 \times V^3$$

DONDE:

PV = Potencia del viento (w)

δ = Densidad del aire (1.225 kgm^2/s^2)

π = 3.1416

D = diámetro del rotor (m)

V = velocidad del viento (m/s)

$$\text{PV} = \frac{3.1416}{8} \times 1.225 \times 4.39^2 \times 7.3^3$$

$$\text{PV} = 3606.57\ \text{w}$$

POTENCIA DEL EJE DEL ROTOR

$$\mathrm{Pr} = \mathrm{CP} \times \mathrm{ng} \times \mathrm{nl} \times \frac{\rho}{2} \times \mathrm{A} \times \mathrm{V}^3$$

Donde:

Pr = potencia del rotor (W)

Tabla 33: *coeficiente de funcionamiento CP*

TIPO DE TURBINA	NORMAL	MAXIMA
bomba de agua	0.25	0.35
cargadores eólicos	0.35	0.4
aerogeneradores grandes	0.45	0.5

Fuente: (RobertoArivilca)

CP = 0.40

Ng = rendimiento del aerogenerador eléctrico (para un buen generador ng=0.9; Si el generador proviene de la industria automotor ng=0.5)

NL = rendimiento de transmisión. Si la turbina posee un multiplicador de velocidad de giro nl= 0.9 para caja de engranajes nl= 0.85 para cadenas, nt=0.8 para correas, si tiene transmisión directa ng =1.

ρ= densidad (1.225 kgm^2/s^2)

A = área del rotor (m^2)

V = velocidad del viento (m/s)

$$\mathrm{Pr} = 0.4 \times 0.9 \times 1 \times \frac{1.225}{2} \times 15.14 \times 7.3^3$$

$$\mathrm{Pr} = 1212.90 \text{ w}$$

COEFICIENTE DE POTENCIA TEORICO

$$CP = \frac{Pr}{\frac{1}{2} \times \rho \times v^3 \times A}$$

Donde:

Cp. = coeficiente de potencia

Pr = potencia del eje del rotor

P = densidad del aire (1.225 kgm^3/s^2)

V = velocidad de viento (m/s)

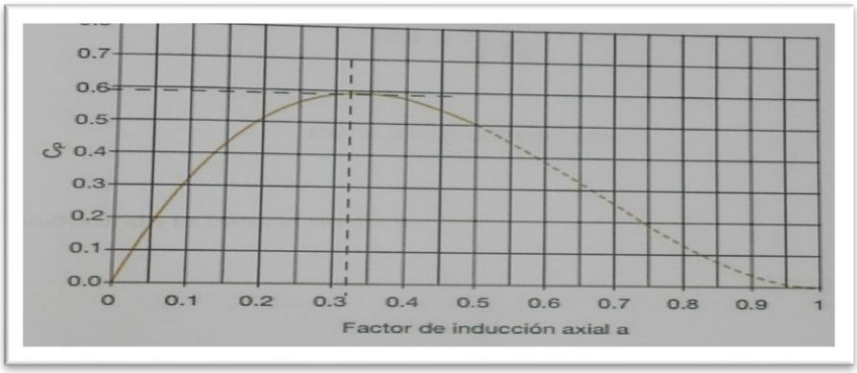
A = área del rotor (m^2)

$$CP = \frac{1212.90}{\frac{1}{2} \times 1.225 \times 7.3^3 \times 15.14}$$

Cp: 0.34

El cp máximo puede ser 0.59 por el teorema de límite de Betz y que expresa el siguiente concepto; "La máxima potencia teórica extraíble de una corriente de aire con un aerogenerador ideal no puede superar el 59% de la potencia disponible del viento incidente" como podemos apreciar en la figura.

Χυρϖα δε Χπ ϖερσυσ φαχτορ δε ινδιχαχι ∫ν αξιαλ



Ιλυστραχι ∫ν 35*: γραφιχα δε ΧΠ*

Fuente : cuadernillo de aplicaciones técnicas, plantas eólicas

SELECCIÓN DEL AEROGENERADOR

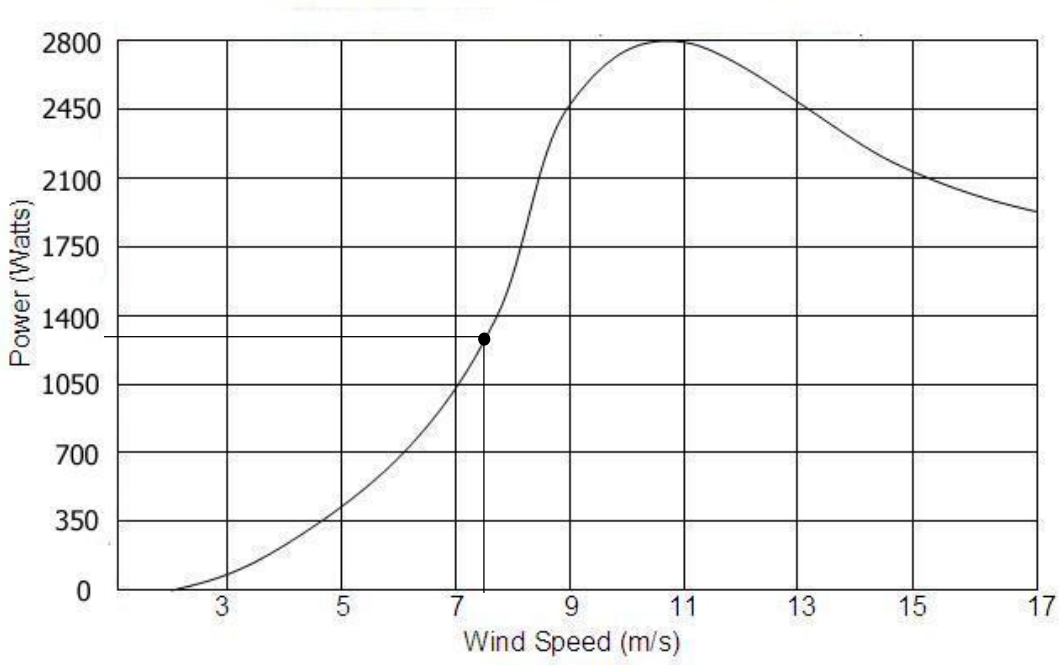
Selección del aerogenerador se tomó en cuenta la máxima demanda proyectada a 20 años de sistema eólico es 1200 W y con los datos de velocidad de viento, los resultados nos da 1212.90 W, para lo cual se escogió un aerogenerador de 2500 watts, por las condiciones del viento de 7.3 m/s capta la potencia de 1310 w, interceptando la gráfica de potencia del aerogenerador. ANEXO 10

Tabla 34*: aerogenerador zonhan zh2.0*

modelo aerogenerador	ZONHAN ZH2.0
potencia nominal	2500 w
diametro de elice	3.2 m
velocidad de arranque	3.0 m/s
velocidad nominal	8.0 m/s
voltaje salida	24 , 48 vdc
peso	88 Kg
rotacion	380 rpm

Fuente: catalogo zonhan

Χυρϖα δε ποτενχια δε αερογεραδορ ζονηαν



Ιλυστραχι ϝν 36*: ποτενχια ϖσ. ϖελοχιδαδ δε ϖιεντο*

Fuente: catalogo zonhan

Potencia del aerogenerador

$$Paerogenerador = Cp \times \frac{\rho}{2} \times \frac{\pi . D^2}{4} \times V^3$$

D = 3.2 m

V = 7.3

$$Paerogenerador = (0.34) \times \frac{1.225}{2} \times \frac{\pi . (3.2)^2}{4} \times 7.3^3$$

$$Paerogenerador = 1018.04\, W$$

SELECCIÓN DE CONTROLADOR

El controlador o regulador de carga a usar para la instalación seleccionada zonhan zh2.0 de 2000w en especificaciones del fabricante. En este ocasión nombrado controller 2000w – 24V en marca SOLENER para el uso de aerogeneradores.

Corriente de ingreso de entrada del regulador

$$I_{ing-regulador} = \frac{P_r}{V_{DC}}$$

$$I_{ing-regulador} = \frac{2000}{24}$$

$$I_{ing-regulador} = 83.3\, Amp$$

4.1.5. Dimensionamiento de sistema fotovoltaico para el Centro Poblado Laguna Huanama

El consumo del centro Poblado Laguna Huanama para el sistema fotovoltaico se seleccionó el 40% por ser la disposición de espacio, costos:

Potencia de ingreso a 20 años = 1985.95091 w
Potencia de ingreso al sistema solar del 40% = 785.95 w
Energía total de sistema solar 40% = 2065.4787 wh

4.1.5.1. Comportamiento de la radiación solar del C.P. Laguna Huanama

Los resultados mensuales re las fechas de visita se tomaron de las 6:00 am hasta las 6:00 pm, tomadas con un solarimetro con el periodo de 4 meses para lo cual se hace un pronóstico referencial, tomamos como referencia la radiación mínima dada por el SENAMI; ANEXO 06.

Tabla 35*: tabla de radiación solar*

ENTE	RADIACION SOLAR (Kwh/m2)
ATLAS SOLAR	Mínima: 4 Máxima: 7.3
SENAMI	4.2
TESISTA **SOLARIMETRO** **MARCA: KIMO** **MODELO: SC100**	Mínima: 5.3 Máxima: 8.3

Fuente: elaboración propia

Días de autonomía:

Por ser Salas donde no suele aparecer nubosidad y existe una buena radiación solar el número de días de autonomía es:

N= 5 días

Profundidad de descarga máxima de la batería:

PD max = 0.7

Factor global de rendimiento de instalación (R):

$$R = 1 - \left[(1 - Kb - Kc - Kv)Ka\frac{K}{PD}\right] - Kb - Kc - Kv$$

Ka = **Coeficiente de autodescarga**; es la fracción de energía de la batería que se pierde al dia por autodescarga.
Kb = **Coeficiente de pérdidas en** el acumulador, representa la fracción de energía que no devuelve la batería con respecto a la que absorbe procedente del campo generador.
Kc **= Coeficiente de pérdidas en el inversor**, el rendimiento de un inversor debe ser suministrado por el fabricante.
Kv = **Coeficiente de otra perdidas**, tiene en cuenta cualquier otra perdida no considera anteriormente (perdidas en los aparatos eléctricos, cables de construcción y conexiones).

Kb=0.05; Ka = 0.005 (generalmente)

Kc
- 0..... Si no existe convertidor, o si el rendimiento de este ya se ha tenido en cuenta para calcular la potencia real consumida por los aparatos afectados.
- 0.2 .... Cuando hay convertidor senoidal que afecta a todo circuito de consumo.
- 0.1.... Cuando el convertido es de onda cuadrada.

Kv
- 0.15.... Si las potencias de partida son las teóricas de cada aparato.
- 0.1.... Si no se conoce los rendimientos.
- 0.05.... Si las potencias de partida son las reales consumidas en cada aparato, considerando de antemano las pérdidas.

Remplazando:

$$R = 1 - \left[(1 - 0.05 - 0.2 - 0.14)0.005 \times \frac{5}{0.7} \times\right] - 0.05 - 0.2 - 0.15$$

R = 0.578

Energía necesaria (E):

$$E = \frac{ET}{R}\ (Wh)$$

$$E = \frac{2065.4787}{0.578}$$

E = 3573.4925 Wh

Ubicación del sistema fotovoltaico

Tabla 36*: ubicación del sistema fotovoltaico*

Proyecto	diseño de una mini central Hibrida (eólica - Fotovoltaica)
Localidad	Laguna Huanama
Latitud	:5° 59' 7.1" S
Longitud	79° 28' 4.4" W
tipo de consumo	220 V
Aerogenerador	Zonhan ZH 2000W
Controlador	aero2 2000w, 24 V
panel fotovoltaico	140 Wp Victor Eergy
Controlador	Schneider electric 60A, 24 V
Baterías	Victron Energy 130 A
Inversor	Phonix 24v/2500 W

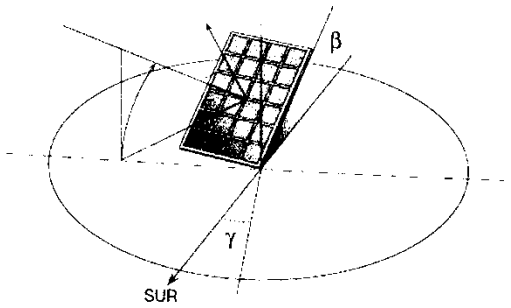
Fuente: elaboración propia

Orientación del campo generador fotovoltaico

Para el aprovechamiento de la máxima irradiación que incide sobre la superficie de ubicación de los paneles fotovoltaicos se toma en cuenta:

La latitud del lugar donde se instalara el sistema hibrido al cual se le adiciona + 10° si el lugar está en el hemisferio norte y sur

οριενταχι ∫ν δελ πανε⟩ εν υνα συπερφιχιε εν ελ ηεμισφεριο νορτε



Ιλυστραχι ∫ν 37: οριενταχι ∫ν δε υνα συπερφιχιε εν ελ ηεμισφεριο νορτε

Fuente: Agustin, 2011

Tabla 37*: inclinación optima en función del periodo de máxima captacion*

Tipo de instalación	Uso	Máxima captación de energía	Inclinación Optima
Conectadas a la red	Anual	Anual	βopt = ϕ - 10
Bombeo de agua	Anual	Verano	βopt = ϕ - 20
Autónomas de consumo anual constante	Anual	Periodo de menor radiación (Por ejemplo, invierno)	βopt = ϕ + 10

Fuente: (Agustin, 2011)

Orientación e Inclinación Óptima:

según datos recopilados se emplea una inclinación de 15° en el norte del Perú.

$$\beta opt = \Phi + 10 = 5 + 10 = 15°$$

El factor de irradiación

Para ángulos de inclinación: $\beta \leq 15°$

Tabla 38*: inclinación de factores K de Perú*

Latitud	Factores de Inclinación (K)			
	15°	20°	25°	30°
0 - 5°	0.99	0.97	0.94	0.92
5° - 10 °	1.01	1.00	0.98	0.96

Fuente: Cenergia

$$\boldsymbol{FI = 1 - (1.2 \times 10^{-4}(\beta - \beta opt)^2)}$$

$$\boldsymbol{FI = 1 - (1.2 \times 10^{-4}(0 - 15)^2)}$$

$$\boldsymbol{FI = 0.973}$$

Factor sombreado:

FS= 1cte.

Irradiación global diaria

$$\boldsymbol{G_{dm}(0) = \frac{2065.4787\ wh}{3600} = 0.57 kw.h/m^2}$$

Cálculo de valor:

$$G_{dm}(\propto, \beta) = B_{dm}(0).K.FI.FS$$

$$G_{dm}(\propto, \beta) = (0.57)(1.01).(0.973)(1)$$

$$G_{dm}(\propto, \beta) = 0.5601\ Kwh/m^2$$

Cálculo y Selección de los módulos fotovoltaicos:

Corriente máxima de consumo:

$$I_{inst\_max} = \frac{P_{max}}{V_{bateria}}$$

$$I_{inst\_max} = \frac{2065.4787Wh}{24}$$

$$I_{inst\_max} = 86.06\ Ah/dia$$

Cálculo de la corriente máxima con factor de seguridad:

Se incrementa un 10% por seguridad:

$$I_{max} = 1.1\ x\ I_{inst\_max}$$

$$I_{max} = 1.1\ x86.06Ah/dia$$

$$I_{max} = 103.27$$

Calculando las pérdidas totales, con 2 días autonomía.

$$K_T = [1 - (0.05 + 0.1 + 0.1 + 0.1)].[1 - \frac{(0.005X2)}{0.6}]$$

$$K_t = 0.63$$

Luego se calcula el consumo máximo

$$C_{max} = \frac{I_{max}}{K_t}$$

$$C_{max} = \frac{103.27}{0.62} = 163.92\ Ah/dia$$

$$C_{max} = 163.92\ Ah/dia$$

Números de paneles:

$$N_p = \frac{P_{max}}{c}$$

Donde:

Np= número de paneles

Pmax= potencia máxima

C= potencia de captación del panel elegido

$$N_p = \frac{785.95}{140} = 5.61 \approx 6\ paneles$$

Selección del panel fotovoltaico:

Potencia de modulo: 140w Monocristalino

Marca: bornay

Tabla 39*: datos del panel solar utilizado*

Panel Solar 140 Wp (Víctor energy)	
número de células	72
tipo de células	Policristalino
tensión máxima del sistema	1000 v
DATOS ELECTRICOS	
potencia nominal	140 Wp
rango potencia	3%
tensión nominal	18 V
tensión de circuito abierto	21.60 v
corriente nominal	7.29 A
corriente cortocircuito	8.03 A
DATOS DE TEMPERATURA	
Coef. Temp. Tensión	-0.340%
coef. Temp. Corriente	0.037%/K
coef. Temp. Potencia	(-0.048)%/K
temperatura de trabajo	(-40) a (+85)
OTROS DATOS	
Dimensiones	1110x808x35
Peso	11.5 Kg
conexión	900 mm
Cable	mc4

Fuente: catalogo victron energy

Parámetros característicos de un módulo fotovoltaico.

$$UM = Ns \times Uc$$

Donde:

UM = tensión del módulo (v)

Uc = tensión de na célula solar (v)

Ns = número de células asociadas en serie

$$UM = 36 \times 21.6$$

$$UM = 777.6 \text{ v}$$

Selección de las estructuras de soporte

Soporte STR03V-1642-994 para superficies planas de inclinación regulable, tres paneles solares en vertical.

El sistema de sujeción incluye de serie los siguientes elementos (cantidades en base al modelo del Kit)

Carriles de aluminio

Secciones entre paneles

Sujeciones para finales de paneles

Patas frontales ajustables

Patas traseras regulables 15 a 60 grados

Conector a tierra entre paneles y cables

Componentes:

Εστρυχτυρα δε σοπορτε δε ×πανελεσ σολαρεσ

Ιλυστραχι ∫ν 38*: εστρυχτυρασ ΣΤΡ δε τεχηνο Συν*

Fuente: tecno sun

Soporte ajustable de acuerdo al ángulo resultante 15°

Χομπονεντεσ δε εστρυχτυρα

Item No.	Description	Leg Length
ADFL	AD Front Leg	
ADRL1015	AD Rear Leg 10/15 deg	240~360mm
ADRL1530	AD Rear Leg 15/30 deg	340~680mm
ADRL3060	AD Rear Leg 30/60 deg	700~1200mm

Ιλυστραχι ν 39: χομπονεντεσ δε εστρυχτυρασ ΣΤΡ δε τεχηνο Συν

Fuente: catalogo tecno sun

Cálculo de la variación de la potencia nominal del modelo fotovoltaico con temperatura ambiente

En los datos de radiación obtenida por el SENAMI se detalla la temperatura anual promedio de salas es 27.36°c.

$$T_t = T_a + k \,.\, R \; [°c]$$

Datos:

Ta = 27.36°c

K = 0.3°C cm^2/Mw

R = 100 Mw/cm^2

$$T_t = 27.36 + 0.3 \,.\, 100 \; [°c]$$

$$T_t = 57.36°c$$

Se determina el incremento en la temperatura por sobre 25°c

$$\Delta T = (T_t - 25°c)$$

$$\Delta T = (57.36 - 25°c)$$

$$\Delta T = 32.36°c$$

La potencia de salida del módulo será:

$$P_t = P_p - \left(P_p . \delta . \Delta T\right) \; [W]$$

Donde:

Pp = 130 w

δ = 0.5 %/°c

ΔT = 32.36°c

$$P_t = 130w - \left(130w \; x \frac{0.005}{°c} x \; 32.36°c\right) \; [W]$$

$$P_t = 108.96 \; W$$

Cálculo de la energía del módulo fotovoltaico

se tiene la siguiente relación:

$$I_{panel} = \frac{P_{nominal}}{V_{nominal}}[A]$$

$$I_{panel} = \frac{108.96\ W}{18\ v} = 6\ A$$

Luego se calcula la energía del módulo.

$$E_{panel} = \eta_{panel}\ x\ I_{panel}\ x\ Hps$$

Donde:

η_{panel}= se considera 90%

$Hps =$ se considera 4 horas estándar que esta la mayor intensidad solar

$$E_{panel} = 0.9\ x\ 6\ x\ 4$$

$$E_{panel} = 25.92\ ah/dia$$

Calcular el ramal en paralelo del módulo.

$$Número_{paralelo} \geq \frac{C_{max}}{E_{panel}}$$

$$\frac{C_{max}}{E_{panel}} = \frac{163.92\ ah}{25.92 Ah/dia} = 6\ paralelo$$

Selección del regulador fotovoltaico

Este dispositivo representa la intensidad máxima a la que trabajara el regulador; ANEXO 10.

$$I_{campo\_fotovol} = I_{sc}\ x\ numero\ deramas[A]$$

$$I_{campo\_fotovol} = 8.03\ x\ 6$$

$$I_{campo_{fotovol}} = 48.18\ A$$

Añadiendo el margen de seguridad de 10%:

$$I_{campo\_fotovol} = 1.1\ x\ I_{scampo-fotovol}[A]$$

$$I_{campo\_fotovol} = 1.1\ x\ 48.18 = 52.9\ A$$

Luego seleccionamos el regulador del sistema fotovoltaico

Tabla 40*: CARACTERISTICAS TECNICAS DE REGULADOR*

Tipo	A	V
schneider electric serie	60	24

Fuente: catalogo Schneider electric

$$numero\ de\ reguladores = \frac{I_{regulador}}{I_{real}}$$

$$numero\ de\ reguladores = \frac{48.18\ A}{60\ A} = 0.803 \approx 1$$

Para este sistema se seleccionó un 1 regulador SCHNEIDER ELECTRIC SERIE. El sistema cuenta con 6 paneles conectados en paralelo, el cual se conectan al regulador.

Cálculo de baterías de todo el sistema hibrido (eólico-fotovoltaico)

Considerando que las baterías no deben superar el 70% de su capacidad nominal se tiene:

$$CB = \frac{DM}{0.70}$$

Donde:

CB= Capacidad diaria de las baterías

DM= demanda de energia

$$CB = \frac{1985.95}{0.70}$$

$$CB = 2837.07Wh$$

Considerando la batería de 24 v

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

I= amperio de las baterías

P=CBE= Capacidad de las baterías

V= Voltaje de las baterías

$$I = \frac{2837.95}{24}$$

$$I = 118.21\ A.h$$

Banco de baterías

$$\boldsymbol{BB = \frac{A.h\ de\ las\ baterias}{voltaje\ de\ las\ baterias\ a\ tilizar}}$$

$$\boldsymbol{BB = \frac{118.21}{24} = 4.93 \approx 5\ baterias}$$

Seleccionamos 10 baterías de 12 voltios conectadas 5 pares en serie y estos pares en paralelo para obtener 24v.

Baterías monobloc VICTRON ENERGY AGM/GEL 12 voltios

Ιλυστραχι ίν 40: βατερια ωιχτρον ενεργψ

Fuente: catalogo victron energy

Características:

Tabla 41: *características de batería*

baterias Monobloc VICTRON ENERGY AGM/GEL	
MODELO	BAT412121100
Voltaje (v)	12
capacidad c20 25°c Ah	130 A
Dimensiones	410x176x227 mm
peso con acido (Kg)	38 Kg

Fuente: catalogo victron energy

Selección de inverso de la Generación Hibrida (eólica – solar)

Se seleccionó un inversor de tensión de Phoenix inversor 24V a 2000 W SINUSMAX – DISEÑO SUPERIOR; ANEXO 10.

Desarrollado para uso profesional, la gama de inversores Phoenix es ideal para innumerables aplicaciones. El criterio utilizado en su diseño fue el de producir un verdadero inversor sinusoidal con una eficiencia optimizada pero sin comprometer su rendimiento. Al utilizar tecnología híbrida de alta frecuencia, obtenemos como resultado un producto de la máxima calidad, de dimensiones compactas, ligero y capaz de suministrar potencia, sin problemas, a cualquier carga.

POTENCIA DE ARRANQUE ADICIONAL

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

Ινωερσορ δε 2000Ω δε ΣινυσΜαξ

Ιλυστραχι ν 41: ινωερσορ Σινυσ Μαξ δε 2000ω

Fuente: catalogo Bornay

4.2. Discusión de resultados

En la elaboración de esta tesis se procedió a presentar los siguientes resultados:

- Para satisfacer la demanda eléctrica requerida por el C.P. Laguna Huanama se tomó en cuenta lo siguiente.

- Se calculó la demanda proyectada a 20 años, la cual en el diseño se creyó conveniente realizar los cálculos con la demanda de energía 1985.95 W, Se tomó en cuenta la velocidad de viento y radiación solar (7.3m/s y 4.2 wh/m^2) respectivamente, obtenida por en SENAMI de Chiclayo ubicado en la calle Santa Victoria #435, con esos datos comenzamos a dimensionar la generación hibrida tanto eólica como solar.

4.2.1. Selección de aerogenerador

Tomando el 60% de toda la potencia de la Generación Hibrida por tener buena velocidad de viento y no tanto espacio, fue 1200w del total, con esto nos resultó escoger un aerogenerador de 2500w, por tener una velocidad de 7.3 m/s y por consiguiente comparando la curva de aerogeneradores se decidió tomar 01 aerogenerador 2500w que genera la potencia de 1310w a dicha velocidad; (ANEXO 10)

A continuación se muestra las especificaciones:

- El aerogenerador “Zonhan zh2.0” es elaborado en estricto control de calidad a pesar de ser japonés son los más fiables robustos y duraderos.
- Los aerogeneradores “zhohan zh2.0” son fáciles de instalar y son fabricados de material de primera calidad que garantizan larga vida útil.

Características:

εσπεχιφιχαχιονεσ τ͡χνιχασ δε αερογενεραδορ

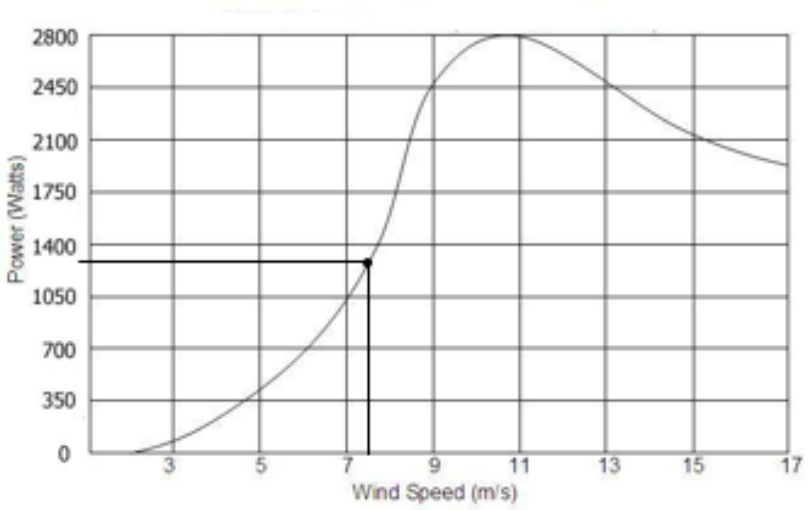
modelo aerogenerador	ZONHAN ZH2.0
potencia nominal	2500 w
diametro de elice	3.2 m
velocidad de arranque	3.0 m/s
velocidad nominal	8.0 m/s
voltaje salida	24 , 48 vdc
peso	88 Kg
rotacion	380 rpm

Ιλυστραχι ͡ν 42: ταβλα δε εσπεχιφιχαχιονεσ τ͡χνιχασ δε αερογενεραδορ

Fuente: Catalogo Zonhan Zh2.0

Curva del aerogenerador de 2500w, podemos observar que a la velocidad de 7.3 m/s resulta con una potencia de 1350w, el cual satisface con la demanda proyectada.

Χυρϖα δε αερογενραδορ



Fuente: (S.A.C., 2015)

Selección del regulador o controlador eólico

Por consiguiente se realizó los cálculos del regulador eólico, en este caso se tomó un regulador de 2000 w con una corriente de 9.01 amperios, el cual regula la tensión del aerogenerador Zonhan; (ANEXO 10).

Especificaciones:

- optimizar la carga y aumentar el ciclo de vida de las baterías para una instalación aislada. Protegerá también el inversor en una conexión a red.
- Los reguladores AERO2 vienen provistos de una pantalla LCD con leds que te permitirán observar el funcionamiento en curso.
- La elección debe hacerse en función de la potencia deseada

Tabla 42*: datos técnicos de regulado AERO 2*

REGULADOR AERO 2	
POTENCIA DE ENTRDA	2000 W
TENSION DE LA BATERIA	24 -48 vdc
Desconexión automática de carga	Si
programable	Si
Peso	35 kg
dimensiones	810 x 282 x 212
IP	20IP

ρεγυλαδορ ε ſλιχο

Ιλυστραχι ſν 43: ρεγυλαδορ ε ſλιχο

FUNTE: catalogo AERO

Selección de número de paneles solares y potencia

- Los paneles solares se comenzó a dimensionar a partir de 40 % de la demanda total que fue 785.95w teniendo este potencia se seleccionó 6 paneles solares de la marca VICTRON energy, con potencia de 140Wp Policristalino; (ANEXO 10), con las siguientes características:

Tabla 43*: especificaciones técnicas de panel de 140 Wp*

Panel Solar 140 Wp (Víctron energy)	
número de células	36
tipo de células	policristalino
tensión máxima del sistema	1000 v
DATOS ELECTRICOS	
potencia nominal	140 Wp
rango potencia	3%
tensión nominal	18 V
tensión de circuito abierto	21.60 v
corriente nominal	7.29 A
corriente cortocircuito	8.03 A
DATOS DE TEMPERATURA	
Coef. Temp. Tensión	-0.340%
coef. Temp. Corriente	0.037%/K
coef.temp. Potencia	(-0.048)%/K
temperatura de trabajo	(-40) a (+85)
OTROS DATOS	
Dimensiones	1110x808x35
Peso	11.5 Kg
Conexión	900 mm
Cable	mc4

Πανελ σολαρ Πολιχρισταλινο 140 ωπ

Ιλυστραχι ίν 44: πανελ σολαρ πολιχρισταλινο ωιχτρον ενεργψ

Fuente: catalogo victron energy – bornay

Selección de controlador o regulador solar

Se seleccionó el regulador de Schneider electric serie c60, ya que la corriente que transcurre por los paneles solares es 48.18 A;(ANEXO 10) se escogió el inmediato superior en la variedad de reguladores fotovoltaicos.

Características

- Funcionamiento muy eficaz, silencioso, con modulación de la anchura entre impulsos
- Carga de las baterías en tres etapas (en bruto, absorción y flotación) con compensación de temperatura opcional
- Protección automática contra sobrecargas, tanto en modo activo como pasivo
- Protección contra inversión de polaridad y cortocircuitos de grupo FV
- Construcción duradera
- Controlado por procesador

***Tabla 44**: tabla de especificaciones regulador fotovoltaico*

Regulador de carga de sistema solar SCHNEIDER ELECTRIC SERIE C 60 Amp	
configuración de voltaje	12 y 24 vcc
tensión de admisible	55vcc
corriente de carga 25°c	60 Amp
Corriente pico max.	85Amp
caída de tensión max	0.3 v
consumo normal funcionamiento	15 Mv
consumo normal inactivo	3mA
tamaño fusible recomendado	60 AMP
instalación con batería pb-nicad	ajustable

Controlador solar

Ιλυστραχι ſν 45: χοντρολαδορ σολαρ

Fuente: catalogo Borney

Selección de banco de Baterías:

Según cálculo se seleccionó 10 baterías de 12 voltios conectadas 5 pares en serie y estas conectadas en paraleo para poder obtener la tensión de 24 v, estas baterías están hechas de gel y de larga vida útil; (ANEXO 10).

BATERÍAS AGM ESTANCAS (VRLA)

AGM son las siglas de Abosrvent Glass Mat. En estas baterías, el electrolito se absorbe por capilaridad en una estera de fibra de vidrio situada entre las placas. Las baterías AGM resultan más adecuadas para suministrar corrientes muy elevadas durante períodos cortos (arranque) que las baterías de gel.

Tabla 45*: especificaciones técnicas de baterías VICTRON ENERGY AGM/GEL 12 voltios*

baterias Monobloc VICTRON ENERGY AGM/GEL	
MODELO	BAT412121100
Voltaje (v)	12
capacidad c20 25°c Ah	130 A
dimensiones	410x176x227 mm
peso con ácido (Kg)	38 Kg

Βατερια ωιχτρον ενεργψ

Ιλυστραχι ν 46: βατερια ωιχτρον ενεργψ 130 A

Fuente: catalogo Bornay

Selección del inversor de la Generación Hibrido (eólico – solar)

Se seleccionó el 01 inversor se seleccionó un inversor de tensión de Phoenix C24Va/2000 W y out 220v por la potencia de total del sistema y también las propiedades. (ANEXO 10)

Características:

Una de las características singulares de la tecnología SinusMax consiste en su muy alta potencia de arranque. La tecnología de alta frecuencia convencional no ofrece un rendimiento tan extraordinario. Los inversores Phoenix, sin embargo, están bien dotados para alimentar cargas difíciles, como frigoríficos, compresores, motores eléctricos y aparatos similares.

Todos los modelos disponen de un Puerto RS-485. Todo lo que necesita para conectar a su PC es nuestro interfaz MK2. Este interfaz se encarga del aislamiento galvánico entre el inversor y el ordenador, y convierte la toma RS-485 en RS-232. También hay disponible un cable de conversión RS-232 a USB.

Junto con nuestro software VEConfigure, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio Web, se pueden personalizar todos los parámetros de los inversores. Esto incluye la tensión y la frecuencia de salida, los ajustes de sobretensión o subtensión y la programación del relé. Este relé puede, por ejemplo, utilizarse para señalar varias condiciones de alarma distintas, o para arrancar un generador.

NUEVAS APLICACIONES PARA INVERSORES DE ALTA POTENCIA

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas.

***Tabla 46**: especificaciones técnicas de inversor*

inversor hibrido	
MODELO	C 24/2000
Potencia salida	2000 w
potencia máxima	4000w
voltaje de salida	230 v ac
Frecuencias	50/60 Hz
tipo de onda	senosoidal

Ινϖερσορ ϖιχτρον ενεργψ

Ιλυστραχι ϝν 47: ινϖερσορ δε 2000 ω

Fuente: catalogo Bornay

4.2.1. Cálculo del alimentador

Alimentador: generador - regulador

$$I = \frac{P}{V} = I = \frac{MDT}{K\ x\ V\ x\ Cos\ \Phi}$$

Donde:

MDT: máxima demanda = 2000w

K = 1= monofásica

V= voltaje (220)

$$I = \frac{2000}{1\ x\ 220\ x\ 0.9}$$

$$I = 10.10\ A$$

Tabla 47*: Tabla de conductores nexans*

corriente máxima (A)	SECCION TRASVERSAL			
	ALAMBRE DE Cu		ALAMBRE DE (AL) o (AL+Cu)	
	mm^2	AWG	mm^2	Awg
15	2.08	14	3.3	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	10.5	7	17.98	5
200	13.29	6	21.14	4

Fuente: catalogo nexans

Especificaciones técnicas de conductor nexans

Nota: el conductor que alimenta del generador eólico y fotovoltaico al controlador será 12 AWG con sección (3.30 mm^2).

1- Alimentador: Controlador a baterías

La capacidad de las baterías es de 130 A. lo que según tabla se seleccionó.

Tabla 48*: especificaciones del conductor Tw - AWG/MCM*

Especificación conductor Tw - AWG/MCM						
Calibre conductor	Sección Nominal	Diámetro hilo	espesor de aislamiento	Diámetro Exterior	Amperios	
					Aire	Ducto
AWG/MCM	mm^2	Mm	Mm	mm	A	A
CABLES						
14	2.1	0.61	0.7	3.2	25	20
12	3.3	0.78	0.8	3.9	30	25
10	5.3	0.98	0.8	4.5	40	30
8	8.3	1.23	1	5.7	60	40
6	13.3	1.55	1	6.7	80	55
4	21.1	1.96	1.2	8.3	105	70
2	33.6	2.47	1.2	9.8	140	95
1	42.4	1.69	1.4	11.2	165	110
1/0	53.4	1.9	1.4	12.3	195	125
2/0	67.4	2.13	1.4	13.4	225	145

Fuente: catalogo Nexans

Nota: se seleccionó cable 2 AWG de 33 mm^2 por el amperaje dado de las baterías y también por ser el más comercial.

2- Alimentador: Baterías – Inversor

Como el amperaje de la batería es 130 A y este va de las baterías al inversor por consiguiente sigue siendo el mismo, 2 AWG de 33 mm^2

Tabla 49*: especificaciones técnicas de conductor*

Especificación conductor Tw - AWG/MCM						
Calibre conductor	Sección Nominal	Diámetro hilo	espesor de aislamiento	Diámetro Exterior	Amperios	
					Aire	Ducto
AWG/MCM	mm^2	Mm	Mm	mm	A	A
CABLES						
14	2.1	0.61	0.7	3.2	25	20
12	3.3	0.78	0.8	3.9	30	25
10	5.3	0.98	0.8	4.5	40	30
8	8.3	1.23	1	5.7	60	40
6	13.3	1.55	1	6.7	80	55
4	21.1	1.96	1.2	8.3	105	70
2	33.6	2.47	1.2	9.8	140	95
1	42.4	1.69	1.4	11.2	165	110
1/0	53.4	1.9	1.4	12.3	195	125
2/0	67.4	2.13	1.4	13.4	225	145

Fuente: catalogo nexans

3- Alimentador: Inversor – Cargas de consumo

$$I = \frac{P}{V} = I = \frac{MDT}{K\ x\ V\ x\ Cos\ \Phi}$$

Donde:

MDT= máxima demanda total – 2000 w

K= 1 monofásico

V= voltaje 220 voltios

$Cos\ \Phi$=0.9 factor de potencia

$$I = \frac{2000}{1\ x\ 220\ x\ 0.9}$$

$$I = 10.10\ Amp$$

Selección del conductor:

Tabla 50*: especificaciones técnicas de conductor*

corriente máxima (A)	SECCION TRASVERSAL			
	ALAMBRE DE Cu		ALAMBRE DE (AL) o (AL+Cu)	
	mm^2	AWG	mm^2	AWG
15	2.08	14	3.3	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	10.5	7	17.98	5
200	13.29	6	21.14	4

Fuente: catalogo Nexans

Nota: El conductor que alimentara del inversor al punto de conexión será 12 AWG con sección de 3.30 mm^2

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

5.1. PRESUPUESTO

Tabla 51*: presupuesto de Generación Hibrida*

costos directos				
COMPONENTE	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO S/.	TOTAL
AEROGENRADOR y BASE zonhan ZH 2.0	UNI	1	14,860.00	14860
CONTROLADOR EOLICO AERO2	UNI	1	3,250.00	3250
PANEL SOLAR Victron energy (140 Wp)	UNI	6	1,085.50	6513
SOPORTE	UNI	2	320	640
CONTROLADOR SOLAR Schneider electric	UNI	1	2,540.00	2540
BATERIA Victron energy 130 A	UNI	10	850	8500
CABLE THW 10 mm2 pt	m	50	15	750
cable AWG 2 33mm2 (bat inver)	m	30	20	600
INVERSOR	UNI	1	11,850.00	11850
TOTAL				S/. 49,503.00
Mantenimiento e instalaciones				
MANTENIMIENTO PREVENTIVO	UNI	1	450.00	450
MANTENIMIENTO GENERAL	UNI	1	875.00	875
INSTALACION DE AEROGENERADOR	UNI	1	950.00	950
INSTALACION DE LOS MODULOS	UNI	1	300.00	300
TRASLADO DE PIEZAS A C.P LAGUNA HUANAMA	UNI	1	2,800.00	2800
PUESTA A TIERRA	UNI	1	500.00	500
TOTAL				S/. 5,875.00

TOTAL S/. 55,378.00

	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	ITENS	PRESIO S/.
aerogenerador	mantenimiento aerogenerador en general	150
fotovoltaico	mantenimiento paneles fotovoltaicos	45
pintado	carcasa de generador	230
	rotor	
	tornamesa	
	veleta	
	torre	
	soporte de panel fotovoltaico	
sis. Eléctrico	inspección y mantenimiento de sistema eléctrico (preventivo)	450
	sub total	875
	TOTAL	1325

UBICACIÓN: **CENTRO POBLADO LAGUNA HUNAMA EN EL DISTRITO DE SALAS - LAMBAYEQUE**

FECHA : diciembre-16

SECCIÓN: RESUMEN GENERAL

ITEM	DESCRIPCION	REDES SECUNDARIAS (S/.)
A	COSTOS DITRECTOS	S/. 55,378.00
B	SUMINISTROS DE MATERIALES	11,581.54
C	MONTAJE ELECTROMECANICO	9,710.27
D	TRANSPORTE DE MATERIALES (16% A)	1,853.05
E	**TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)**	**78,522.85**
F	GASTOS GENERALES (14% C.D)	31,968.92
G	UTILIDADES (12% C.D)	7,852.29
H	**COSTO TOTAL SIN I.G.V.**	**118,344.06**

Fuente: elaboración propia

5.2. VAN Y TIR

Tabla 52*: VAN Y TIR*

	0	1	2	3	4	5
Sistema Hibrido	-118,344.06					
Reemplazo de Baterías						-8500
Reemplazo controladores						
Operación y Mantenimiento		-1325	-1325	-1325	-1325	-1325
TOTAL EGRESOS	**-118344.06**	**-1325**	**-1325**	**-1325**	**-1325**	**-9825**
Pago por uso de la energía		13925.77293	14113.7937	15094.56122	15300.11381	15508.7497
TOTAL DE INGRESOS		**13925.7729**	**14113.7937**	**15094.5612**	**15300.1138**	**15508.7497**
BENEFICIOS NETOS	**-118344.06**	**12600.7729**	**12788.7937**	**13769.5612**	**13975.1138**	**5683.7497**

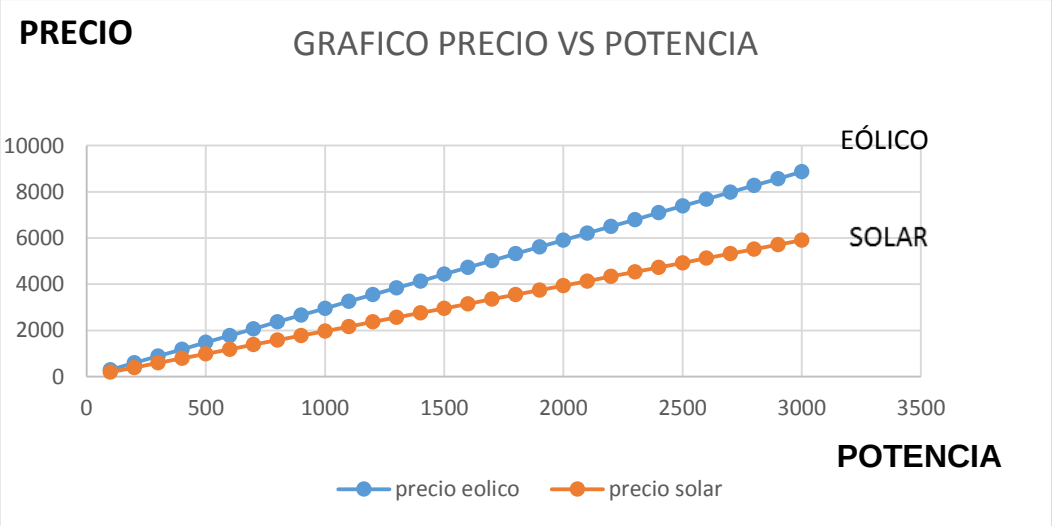
6	7	8	9	10	11	12	13
				-8500			
				-5790			
-1325	-1325	-1325	-1325	-1325	-1325	-1325	-1325
-1325	**-1325**	**-1325**	**-1325**	**-15615**	**-1325**	**-1325**	**-1325**
15720.51512	15935.45702	17004.59816	18629.85617	18867.57237	19108.85431	19353.75548	20519.07204
15720.5151	**15935.457**	**17004.5982**	**18629.8562**	**18867.5724**	**19108.8543**	**19353.7555**	**20519.072**
14395.5151	**14610.457**	**15679.5982**	**17304.8562**	**3252.572**	**17783.85**	**18028.76**	**19194.07**

14	15	16	17	18	19	20
	-8500					-8500
						-5790
-1325	-1325	-1325	-1325	-1325	-1325	-1325
-1325	**-9825**	**-1325**	**-1325**	**-1325**	**-1325**	**-15615**
20785.12647	23108.32476	23413.21798	23722.68461	25024.38459	25358.01871	25696.65734
20785.1265	**23108.3248**	**23413.218**	**23722.6846**	**25024.3846**	**25358.0187**	**25696.6573**
19460.13	**13283.32**	**22088.22**	**22397.68**	**23699.38**	**24033.02**	**10081.66**

VAN	S/. 3,401.92
TIR	10%

FUENTE: ELABORACION PROPIA

El van nos resulta s/. 3,401.92 eso quiere decir que el proyecto es rentable y se producirían beneficios del 10%.



5.3. NORMAS EOLICA Y FOTOVOLTAICA

Normas técnica de instalaciones con energía eólica

Ley n°28546, del 27/05/1005. Ley de promoción y utilización de recursos energéticos renovables no convencionales en zonas rurales, aisladas y de frontera del país

Ley m°1002, promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.

D. S. n° 050-2008 – mem, reglamento de la generación de electricidad con energías renovables.

Decreto supremo n° 012 – 2011 –EM reglamento de la ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad de electricidad con el uso de energías renovables.

Ley n° 273445, de septiembre del 2005. Ley de promoción del uso eficiente de la energía.

D. leg. No 613 – Código del medio ambiente y los recursos naturales.

D. L. N° 1058 (28/06/2008) Promueve la inversión en la actividad de generación eléctrica con recursos hídricos y con otros recursos renovables.

D. S. N°024 -2013 – EM modificación el reglamento de la ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables.

Normas técnicas de energía fotovoltaica

R.D N° 030-2005-EM/DGE .- Reglamento Técnico Especificaciones Técnicas y Ensayos de los Componentes Sistemas Fotovoltaicos Domésticos hasta 500 Wp 20-05-2005

Ley 28546.- Ley de Promoción y Utilización de Recursos Energéticos Renovables no Convencionales en Zonas Rurales, Aisladas y de Frontera del País.(16/06/2006)

Resolución Directora N° 003-2007-EM/DGE.- Especificaciones Técnicas y Procedimientos de Evaluación del Sistema Fotovoltaico y Sus Componentes para Electrificación Rural (22/02/2007)

R.M. N° 523-2010-MEM/DM.- Fijan factores de adecuación que serán multiplicados a los parámetros de aplicación del FOSE de los Sistemas Aislados, sectores urbano - Rural y Rural, aplicables a los usuarios de sistemas eléctricos rurales aislados atendidos exclusivamente con sistemas fotovoltaicos (2010-12-06).

Resolución Directora N° 203-2015-MEM/DGE que aprueba la Norma DGE ""Especificación Técnica paraSistema Fotovoltaico y sus componentes para Electrificación Rural"

Decreto Supremo Nº 056-2009-EM Disponen adecuar competencia de los Gobiernos Regionales para el otorgamiento de concesiones definitivas de generación con recursos energéticos renovables. (p. 11/07/2009)

Resolución OSINERGMIN Nº 200-2009-OS/CD publicada con fecha 01/11/2009. Norma "Procedimiento sobre Hibridación de Instalaciones de Generación Eléctrica que Utilicen Recursos Energéticos Renovables.

Resolución OSINERGMIN Nº 001-2010-OS/CD publicada con fecha 15/01/2010. Norma "Procedimiento de cálculo de la Prima para la Generación de Electricidad con Recursos Energéticos Renovables

5.4. IMPACTO AMBIENTAL

IMPACTO SOBRE EL MEDIO AMBIENTE

Estos tipos de aerogeneradores y paneles fotovoltaicos se han popularizado rápidamente por ser una energía limpia y renovable, ya que no necesita un combustible fósil para su funcionamiento, se evita los gases y residuos contaminantes que afectan al medio ambiente y disminuyen con los gases de invernadero. Su localización frecuentemente es en lugares apartados de valor ecológico, como las montañas que por encontrarse habitadas conservan su riqueza paisajística y faunística.

Los principales efectos de los aerogeneradores sobre el medio ambiente son los siguientes:

Efectos meteorológicos sobre el microclima:

Se estima la reducción de velocidad de viento por los aerogeneradores tiene aproximadamente, las mismas consecuencias sobre el clima local que un grupo de árboles, no esperándose que se produzcan cambios significativos.

Emisiones a la atmósfera durante el ciclo de vida de un aerogenerador

Aunque en pleno funcionamiento un parque eólico no genera emisiones de efecto invernadero a la atmósfera, se producen emisiones en otras etapas del ciclo productivo de un aerogenerador, por ejemplo, en la fabricación, transporte de materiales, construcción, mantenimiento y desinstalación.

Impacto visual y acústico

El impacto visual y acústico son también una de las mayores preocupaciones de la gente sobre la instalación de aerogeneradores.

El ruido que ocasionan los aerogeneradores es debido precisamente al movimiento de las palas en el aire. También hay un cierto ruido proveniente de las partes mecánicas de la turbina. Que ese ruido sea más o menos.

Los principales efectos de los paneles fotovoltaicos sobre el medio ambiente son los siguientes:

Impacto en el Clima:

La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO_2 que favorezcan el efecto invernadero. En cuanto al "robo" de radiación solar por parte de los paneles al medio ambiente circundante que, en teoría podría modificar el microclima local.

Flora y fauna:

La repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

Paisaje:

El impacto visual está relacionado con la orientación de estas superficies respecto a los posibles puntos de observación y puede minimizarse respetando unas distancias oportunas respecto a los centros habitados, las carreteras etc.

5.5. Plan de mantenimiento de la Generación Hibrida (eólico – solar)

El plan de mantenimiento preventivo de rutina se basa en inspección visual, mantenimiento engrase, etc. Durante toda su vida útil, lo que resulta de 8 a 10 horas de inactividad para cada evento.

Actividades de mantenimiento:

GENERADOR:

- Inspección y apriete de caja de bornes.
- Inspección anillos y escobillas.
- Inspección de los bordes de palas de aerogenerador.

Rotor

- Apriete de alabe – buje.
- Inspección de uniones rotor y eje principal.
- Comprobación de eje vertical.

Palas

- Inspección visual de las palas.
- Pintado de palas

REGULADOR Y CONTROLADOR

- Inspeccion de los borneras
- Revisión de los leds tensión.

- Cableado y conexiones
- Limpieza del regulador

PANELES SOLARES

- Limpieza de polvo con agua.
- Inspección visual de las celdas.
- Inspección del vidrio templado.
- inspección del marco de panel
- revisión de las conexiones.

Estructura de soporte

- revisión visual.
- Pintado de estructura.
- Inspección de estado.
- Ajuste de pernos.

Controlador o regulador

- Revisión de los bornes
- Inspección de diodos
- Revisión de los indicadores leds tensión, intensidad.
- Cableado y conexiones
- Limpieza del regulador

BATERIAS

- Inspección del nivel de carga.
- Revisión y engrase de terminales.
- Apriete terminales de borneras.

INVERSOR

- Inspección visual de las alarmas, tensión y corriente.
- Inspección de estado
- Inspección de cableado.
- Limpieza del inversor

Mantenimiento preventivo

En este mantenimiento habrá de incluir todas las operaciones de mantenimiento realizadas previamente a una falla del sistema, que son imprescindibles para asegurar el correcto funcionamiento del sistema durante toda su vida útil.

Mantenimiento correctivo

Este mantenimiento se aplica solamente cuando circunstancias se produce una avería y es necesario

Protección de la Generación Hibrida (eólica – solar)

La protección del sistema estará a cargo de una persona, encargada que tenga alguna noción de las piezas y dispositivos de la Minicentral y otra por una persona especializada que realice el mantenimiento preventivo y correctivo correspondiente, profesional y responsable.

Tabla 53*: Mantenimiento de Generación Hibrida*

INTALACION	EQUIPOS	PARTES	ACCIONES	TIEMPOS		
				Mensual	trimestral	anual
Generación Hibrida (eólica - solar)	aerogenerador	generador	pintado			X
			inspección de imanes		X	
			ajuste de pernos		X	
		rotor	desmontaje, limpieza y pintado			X
			ajuste de pernos		X	
		tornamesa	pintado			X
			engrase de discos	X		
			ajuste de pernos		X	
		veleta o timón	pintado			X
			engrase		X	
			ajuste de pernos		X	
		torre	pintado			X
			ajuste de pernos		X	
			inspección y ajuste de pernos	X	X	
		cables eléctricos	inspección de cables y tubo de protección	X		
	controlador eólico	bornes	revisión de bornes	X		
		diodos	inspección de diodos		X	
	panel solar	modulo fotovoltaico	inspección del modulo	X		
			limpieza del modulo	X		
			inspección de posibles degradaciones	X		
	estructura de soporte de paneles	estructura de aluminio y tornillería	inspección de degradación		X	
	inversor	filtros de aire y rejillas protección	limpieza o recambio		X	
		disipador de calor	limpieza		X	
		cableado eléctrico	inspección de conexiones y deterioros		X	
		Monitoreo de aislamiento	revisar el funcionamiento y señalar			X

		fusibles y seccionadores	inspección visual	X		
		parada de emergencia	comprobación de funcionamiento		X	
	baterías	placas	inspección de nivel de carga	X		
			inspección de nivel agua		X	
			inspección de borneras		X	

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- Se evaluó la demanda actual y a futuro del Centro Poblado Laguna Huanama, Obteniendo una demanda máxima actual para el 2016 de 1.076 kW y una proyección a 20 años de 1.98KW.

- Se obtuvo el potencial de generación de energía en función a 60% de velocidad de viento por tener una velocidad de viento mediante recolección de datos de 7.3 m/s y el 40% de potencia total para paneles fotovoltaicos por el espacio, la radiación solar a través de recolección de datos fue de 4.2Wh/m^2 por mes, los cuales son la velocidad y radiación optima e ideal para la generación de energías y que satisface la demanda de energía de C.p. Laguna Huanama.

- La ubicación del Sistema se determinó a 15 metros con coordenadas (5° 59' 6.3" S, 79° 28' 4.4" W) del centro poblado por el hecho de ser un centro poblado cuenta con un área libre el cual no tiene un uso específico y también por la seguridad de los dispositivos instalados.

- Con el estudio efectuado de demanda maxima futura de la Generación Hibrida de capacidad instalada de 2.0 KW, para abastecer con el 60% de energía eólica y el otro 40% de energía fotovoltaica, dará abastecimiento a 16 viviendas del centro Poblado Laguna Huanama, dicha Generación Hibrida contara con un aerogenerador zonhan zh de 2500w la cual contara con su respectivo regulador AERO de 2000w, también contara con 6 paneles fotovoltaicos Victron energy conectados en paralelo de 140 wp con su respectivo controlador Shneider electric con, 10 baterías Victron energy de 130 A conectadas 5 pares serie y estas conectadas en paralelo, los cuales tendrán un inversor de 2000w quien convertirá la tensión continua en alterna para su posterior aprovechamiento.

- Los planos fueron elaborados en el software AutoCAD.

- Se elaboró un mantenimiento preventivo al aerogenerador (mensual, trimestral y anual) el cual logra reducir las pérdidas producidas de producción por degradación, también se dará mantenimiento preventivo al regulador eólico (mensual, trimestral) el cual consiste en inspección de borneras y diodos, también a los paneles fotovoltaicos con mantenimiento preventivo (mensual) para reducir perdidas de potencia por suciedad, también se dará mantenimiento preventivo al estructura de soporte de panel (trimestral), también al controlador fotovoltaico (mensual y trimestral), también baterías (mensual, trimestral) inspeccionando las borneras niveles de agua y nivel de carga, y por último el inversor (mensual, trimestral, anual) inspeccionando filtros, disipador de calor, cableado eléctrico fusibles y parada de emergencia.

- Con resultado de la evaluación económica utilizando el método de VAN y TIR, se llegó a la conclusión de que proyecto es factible al obtener un Valor Actual Neto (VAN) igual al S/. 3,401.92 que nos representa la ganancia obtenida al instalar el proyecto de la generación Hibrida, con una tasa de interna de retorno del 10%.

6.2. Recomendaciones

- Se recomienda tomar en cuenta las medidas de velocidad y radiación solar mínimo de dos años para obtener datos más detallados.

- En general se recomienda fomentar el uso de energías renovables en el Perú, que son fuentes limpia que aportan al cuidado del mundo reduciendo la contaminación.

- Se recomienda cambiar el aerogenerador, paneles fotovoltaicos cada 20 años y baterías cada 5 años para el correcto funcionamiento.

- Se recomiendo hacer el mantenimiento preventivo y correctivo según catalogo y sugerido anteriormente.

Bibliografía

(s.f.).

(2013). *ojocientifico*.

Agustin, G. S. (2011). *instalaciones solares fotovoltaica.*

COMERCIO, E. (s.f.).

comercio, e. (02 de mayo de 2012). Obtenido de http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/alemaniaapuesta-energias-renovables-lograrapagon-nuclear-noticia-751452?ref=flujo_tags_43391&ft=nota_38&e=titulo

comercio, e. (13 de junio de 2014). Obtenido de http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/energias-renovables-generan-84-electricidad-uruguaya-noticia-1735958?ref=flujo_tags_43391&ft=nota_13&e=titulo

comercio, e. (viernes de enero de 2016). Obtenido de http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/nueva-york-invertira-5000-mlls-impulsar-energias-limpias-noticia-1872951?ref=flujo_tags_60778&ft=nota_1&e=imagen?ref=nota_ciencias&ft=mod_leatambien&e=titulo

comerco, e. (16 de agosto de 2013). Obtenido de http://elcomercio.pe/ciencias/planeta/cuba-abre-su-segundo-parque-energia-solar-2013-noticia-1618314?ref=flujo_tags_43391&ft=nota_19&e=titulo

Comscore. (2012). http://rpp.pe/peru/actualidad/inauguran-proyectos-de-electrificacion-rural-en-lambayeque-noticia-343174.

Eisman, L. I. (2013). *"Cuadernos de Energía"*, https://sites.google.com/site/articulosjevecra/articulos-1/contenidoarticulos.

ER. (2013). *energias renovables*. Obtenido de http://www.energias-renovables.com/articulo/kliux-instala-un-sistema-hibrido-eolico-y-20130619

flores, l. f., & chavez, h. p. (2010). *EVALUACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA LA GENERACION ELECTRICA HIBRIDA EOLICA - SOLAR PARA COMUNIDADES DE SAN LUIS DISTRITO DE PIMENTEL.* chiclayo: cesar vallejos.

Gamio, P. (09 de 08 de 2015). Obtenido de http://www.andina.com.pe/agencia/noticia-lambayeque-registra-extraordinario-potencial-para-instalar-parque-eolico-569656.aspx

Garrido, J. J. (2013). http://peru21.pe/noticia/454909/20-pueblos-rurales-aun-no-tiene-electricidad.

Garzón, L. S. (2015). congreso electrificacion rural. http://electrificacionrural.perueventos.org/.

Gozales Dias, D. R., & Wilfredo, C. O. (2015). *Diseño de una central Eléctrica por medio de paneles solares enla localidad de el Cardo en el distrito de olmos, provincia de lambayeque en el departamento de Lambayeque.* chiclayo.

Heredia, E. (2016). *energia renovables*, http://www.energias-renovables.com/articulo/paneles-solares-que-generan-electricidad-incluso-cuando-20160412.

inei. (s.f.). *Inei*. Obtenido de www.inei.com.pe

INEI. (s.f.). *INEI*. Obtenido de WWW.INEI.com.pe.

merino, l. (2016). *energia renovables* , http://www.energias-renovables.com/articulo/nuevo-record-de-eficiencia-de-un-concentrador-20160225.

ojocientifico. (2013).

Pizarro, C. (01 de 12 de 2013). Obtenido de http://www.latercera.com/noticia/negocios/2013/12/655-554262-9-el-dilema-de-las-energias-renovables-no-convencionales.shtml

renovables, m. d. (31 de mayo de 2013). Obtenido de http://www.energia.gob.ec/electrificacion-rural-con-energias-renovables/

RobertoArivilca, M. I. (s.f.). *Energia Eólica Manual tectnico para pequeñas instalaciones.*

Roca, J. A. (2016). *el periodico de la energia*, http://elperiodicodelaenergia.com/vestas-desafia-todas-las-normas-y-experimenta-con-turbinas-multi-rotor/.

S.A.C., p. (2015). *proviento*. Obtenido de proviento: http://www.proviento.com.pe/aerogeneradores.htm

Siabato, F. P. (10 de 11 de 2013). Obtenido de http://www.javeriana.edu.co/ier/recursos_user/documentos/revista53/energias_6.pdf

veoverde. (10 de septiembre de 2013). *veoverde*. Obtenido de https://www.veoverde.com/2013/09/evolucion-de-paneles-solares-hoy-hacen-altamente-competitiva-la-energia-fotovoltaica/

Yáñez, L. (20 de febrero de 2015). Obtenido de http://puntoedu.pucp.edu.pe/noticias/el-potencial-peruano-para-desarrollar-energias-renovables/

ANEXOS

ANEX O1: ENTREVISTA AL ESPECIALISTA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

PROYECTO DE INVESTIGACION

GENERACIÓN HIBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA DEL DISTRITO DE SALAS

PROYECTO DE INVESTIGACION

Nombre:

Especialidad:

Institución:

Área Y CARGO:

Cuestionario.

1. ¿Qué entiende por energías renovables?

   ……
   ……
   ……
2. ¿Cuáles son las ventajas de utilizar energías renovables?
   ……
   ……
   ……
   ……
3. ¿Cuál es la influencia del uso de energías renovables en el Perú?
   ……
   ……
   ……
   ……
4. ¿En Lambayeque que energías renovables se pueden utilizar?
   ……
   ……
   ……
   ……
5. ¿De estas energías renovables cuáles son los distritos que tienen mayor potencial?

……
……
……

6. ¿De esas energías renovables cuáles son las que se pueden unir para generar energía eléctrica?

……
……
……
……
……

7. ¿Qué parámetros debemos tener en cuenta para Diseñar una Minicentral de generación eléctrica Hibrida (eólica – solar)?

……
……
……
……
……
……

8. ¿Qué pasos se deben seguir para poder diseñar una Minicentral de generación eléctrica hibrida (eólica –solar)?

……
……
……
……
……
……
……

9. ¿Cuál es la ventaja de utilizar la generación eléctrica producida por una Central Hibrida?

……
……
……
……
……
……

Firma del especialista
Msc. Villalobos Cabrera, Jony

ANEX O2: ENTREVISTA AI TENIENTE GOBERNDADOR DEL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

PROYECTO DE INVESTIGACION

GENERACIÓN HIBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA DEL DISTRITO DE SALAS

NOMRE:

……..

1. ¿Cuántas personas viven en el centro poblado Laguna Huanama?

   ……
   ……
   ……
   .....

2. ¿Cuál es caserío más cercano? ¿A qué tiempo se localiza?

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

6. ¿Les gustaría tener energía electica en su casa? ¿por qué?

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

7. ¿cuentas con algún centro médico o posta médica, colegio primario o inicial?

   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

8. ¿el clima normalmente como suele ser (soleado, nublado, templado, caluroso, con viento)?
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……
   ……

9. ¿ha oído hablar del sistema de Generación Eléctrica Hibrida (solar- eólica)?
   ……
   ……

10. ¿cree usted que un sistema de Generación eléctrica Hibrida (eólica – solar) mejore la calidad de vida del c. p. Laguna Huanama? ¿por qué?
    ……
    ……
    ……
    ……..

Firma del teniente gobernador

ANEX O3: ENCUESTA A LOS POBLADORES DEL CASERIO LAGUNA HUANAMA

FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y URBANISMO ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA.

PROYECTO DE INVESTIGACION

GENERACIÓN HIBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA DEL DISTRITO DE SALAS

Nombre ……
Edad……. Ocupación…….
Sexo: ……..

POBLACION

1. ¿Número Total de Habitantes en su familia?

1) 1 persona 2) 2 personas 3) 3 personas 4) 4 personas 5) 5 personas 6) 6 personas 7) 7 personas

2. ¿cuántos niños o niñas viven en su casa?

1) 1 niño/as 2) 2 niño/as 3) 3 niño/as 4) 0 niños/as

COMUNICACIONES

3. ¿Qué medio utiliza para comunicarse con el centro poblado más cercano?

1) Trocha ☐ 2) Río ☐

3) Carretera ☐ 4) Otro ☐

4. ¿Cuenta con teléfono celular?

1) SI 2) NO

ENERGIA

5. ¿Tiene energía eléctrica? 1) SI 2) NO

6. ¿Le gustaría tener energía eléctrica? 1) SI 2) NO

7. ¿Cuántas horas diarias utilizaría energía eléctrica?

1) 1 hora 2) 2 horas 3) 2:30 horas 4) 3 horas 5) 4 horas

8. ¿Cuánto gasta aproximadamente en velas, mecheros, combustible, carbón, etc., por familia por mes S/?

1) de 5 a 20 soles 2) de 21 a 35 soles 3) de 36 a 55 soles 4) de 56 a mas

9. ¿conoce que es una energía hibrida (eólica – solar)? 1) SI 2) NO

10. ¿sabe usted como se produce la energía hibrida a través de la radiación solar y el viento?

1) SI 2) NO

11. ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por energía eléctrica en su hogar?

1) 5 a 15 soles 2) de 16 a 25 soles 3) de 26 a 45 soles 4) de 46 a 65 soles

12. ¿cree usted que este proyecto será beneficioso para la comunidad?

1) SI 2) NO

ACTIVIDADES ECONOMICAS

13. ¿Qué actividades que realizan en su hogar?

1) Agricultura 2) cultivo de tubérculos 3) ganadería

14. ¿A qué hora se levanta usualmente?

1) 4:30 am 2) 5:00 am 3) 5:30 am 4) 6:00 am 5) 7:00 am

INGRESO ECONOMICO

15. ¿Cuánto es su ingreso aproximado al mes?

1)100 a 500 soles 2) de 501 a 850 soles 3) de 851 a 1200 soles

4) de 1201 a 1550 soles

_____ _____

(Firma del Responsable de la Encuesta) (Firma del encuestado)

Nombre: .....

Nombre:.....

ANEXO 4

MEDIDAS DE VELOCIDAD DE VIENTO DE TESISTA

	(m/s)	
hora	3-May	29-May
06:00 a.m	4.7	5.98
07:00 a.m	4.25	5.45
08:00 a.m	4.3	5.25
09:00 a.m	4.1	4.73
10:00 a.m	4.75	3.82
11:00a.m	4.23	3.9
12:00 p.m	4.81	4.14
01:00 p.m	2.9	3.1
02:00 p.m	3.5	5.1
03:00 p.m	4.7	6.28
04:00 p.m	5.2	6.21
05:00 p.m	6.42	7.14
06:00 p.m	6.5	7.42
promedio	4.64307692	5.27076923

	(m/s)	
hora	2-Jun	20-Jun
06:00 a.m	3.85	5.2
07:00 a.m	4.83	4.8
08:00 a.m	4.61	4.4
09:00 a.m	4.8	3.67
10:00 a.m	5.2	4.46
11:00a.m	4.21	4.23
12:00 p.m	3.1	3.1
01:00 p.m	4.26	3.35
02:00 p.m	5.34	4.23
03:00 p.m	6.68	5.32
04:00 p.m	7.1	5.12
05:00 p.m	6.1	6.74
06:00 p.m	6.14	6.18
promedio	5.09384615	4.67692308

	(m/s)	
hora	2-Jul	20-Jul
06:00 a.m	5.62	5.21
07:00 a.m	4.21	4.42
08:00 a.m	5.23	4.62
09:00 a.m	5.25	5.72
10:00 a.m	6.5	4.23
11:00a.m	4.71	4.1
12:00 p.m	4.02	3.1
01:00 p.m	4.23	3.2
02:00 p.m	4.53	5.45
03:00 p.m	6.54	6.33
04:00 p.m	6.33	5.55
05:00 p.m	7.03	6.13
06:00 p.m	8.3	6.54
promedio	5.57692308	4.96923077

	(m/s)	
hora	1-Ago	21-Ago
06:00 a.m	6.34	9.43
07:00 a.m	6.12	9.12
08:00 a.m	5.57	9.51
09:00 a.m	5.42	8.89
10:00 a.m	6.31	8.23
11:00a.m	4.21	9.12
12:00 p.m	3.41	8.52
01:00 p.m	3.13	7.9
02:00 p.m	3.04	8.41
03:00 p.m	4.15	9.12
04:00 p.m	4.25	8.67
05:00 p.m	5.1	9.74
06:00 p.m	6.5	10.31
promedio	4.88846154	8.99769231

ANEXO 5

MEDIDAS DE RADIACIÓN SOLAR DE TESISTA

Radiación solar en Mayo(W/m2)

hora	3-May	29-May
06:00 a.m	70	91
07:00 a.m	120	216
08:00 a.m	220	633
09:00 a.m	320	853
10:00 a.m	430	923
11:00a.m	832	961
12:00 p.m	961	983
01:00 p.m	959	955
02:00 p.m	521	845
03:00 p.m	530	903
04:00 p.m	420	814
05:00 p.m	330	583
06:00 p.m	60	55
promedio	444.076923	678.076923
prom. Kwh/m2	5.32892308	8.13692308

Radiación solar en Mayo(W/m2)

hora	2-Jun	28-Jun
06:00 a.m	43	68
07:00 a.m	274	546
08:00 a.m	775	702
09:00 a.m	813	883
10:00 a.m	931	947
11:00a.m	942	953
12:00 p.m	956	962
01:00 p.m	961	914
02:00 p.m	948	903
03:00 p.m	876	864
04:00 p.m	723	522
05:00 p.m	529	487
06:00 p.m	78	53
promedio	680.692308	677.2
prom. Kwh/m2	8.16830769	8.1264

Radiación solar en Mayo(W/m2)

horas	2-Jul	30-Jul
06:00 a.m	35	65
07:00 a.m	125	463
08:00 a.m	325	705
09:00 a.m	523	897
10:00 a.m	913	940
11:00a.m	920	978
12:00 p.m	900	963
01:00 p.m	914	909
02:00 p.m	882	913
03:00 p.m	769	845
04:00 p.m	631	621
05:00 p.m	414	462
06:00 p.m	50	37
promedio	569.307692	676.769231
prom. Kwh/m2	6.83169231	8.12123077

Radiación solar en Mayo(W/m2)

horas	1-Ago	29-Ago
06:00 a.m	63	74
07:00 a.m	120	325
08:00 a.m	327	496
09:00 a.m	892	823
10:00 a.m	921	998
11:00a.m	944	995
12:00 p.m	948	996
01:00 p.m	950	981
02:00 p.m	950	950
03:00 p.m	927	922
04:00 p.m	818	836
05:00 p.m	529	690
06:00 p.m	58	58
promedio	649.769231	703.384615
prom. Kwh/m2	7.79723077	8.44061538

ANEXO 6

DATOS DE SENAMI DE VELOCIDAD DE VIENTO Y RADIACIÓN SOLAR

PERU | Ministerio del Ambiente | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú SENAMHI | Dirección Regional De Lambayeque

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERU"
"AÑO DE LA CONSOLIDACION DEL MAR DE GRAU"

ESTACION: PASABAR
CATEGORIA: "CO"

LAT: 5°14'1,3"
LONG: 79°19'7,1"
ALT: 3,078.0msnm

DPTO: Lambayeque
PROV: Lambayeque
DISTR: Salas

INFORMACION METEREOLOGICA

Periodo : 2016
Preparado para : MICHAEL PAJARES ESPEJO
Información Mensual : Radiación solar – Media

AÑO	MES												
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
2015-2016	4.2	4.8	6	5.1	7.4	6.3	7.6	7	5.3	4.7	4.3	5	5.6

Chiclayo, martes 11 de octubre del 2016

Ciencia y Tecnología Hidrometeorológica al Servicio del País
Lima: Jirón Caluide N° 715–Lima 11, Casilla Postal 1308 Telf. (511) 614-1414 Fax: 471-7287
Los Pinos N° 290 Urb. Santa Victoria, Telf. (074) 235580 Pág. Web lambayeque.senamhi.gob.pe E-Mail: dr02.lambayeque@senamhi.gob.pe Pág. Web www.senamhi.gob.pe E-mail: senamhi@senamhi.gob.pe

Senamhi

PERÚ | Ministerio del Ambiente | Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú: SENAMHI | Dirección Regional De Lambayeque

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LA CONSOLIDACION DEL MAR DE GRAU"

ESTACION:	PASABAR	LAT:	5°14'1,3"	DPTO:	Lambayeque
CATEGORIA:	"CP"	LONG:	79°19'7,1"	PROV:	Lambayeque
		ALT:	3,078.0msnm	DISTR:	Salas

INFORMACION METEREOLOGICA

Periodo : 2016

Preparado para : MICHAEL PAJARES ESPEJO

Información Mensual: Dirección de Viento – Media

Promedio horas de viento: 7 horas

AÑO	MES												
	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP
2015-2016	9.6	6.5	6.2	8.5	6.0	6.2	7.3	6.1	6.8	6.7	9.8	6.1	8.6

Ing. Hugo Ramírez Tapia

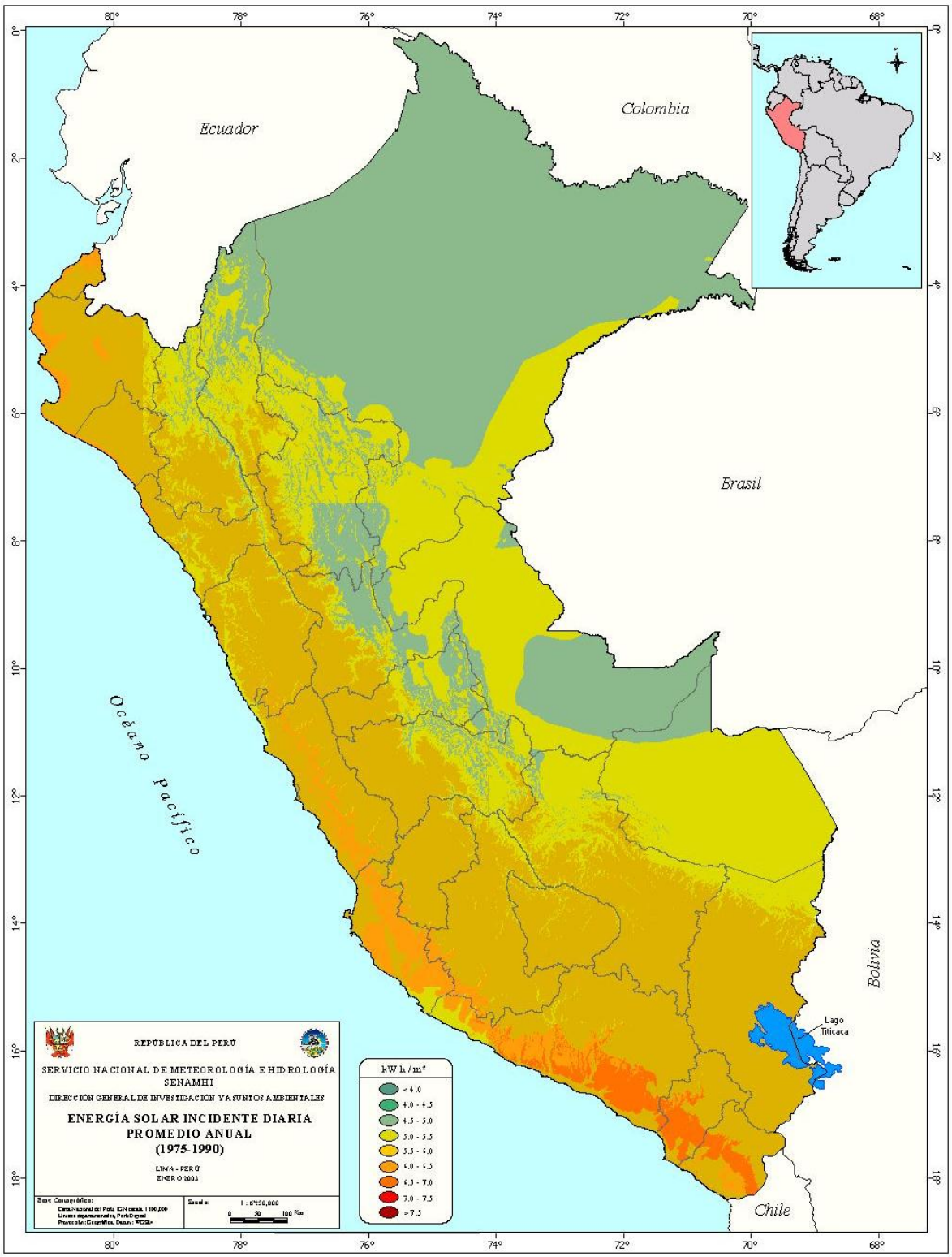
Chiclayo, martes 11 de octubre del 2016

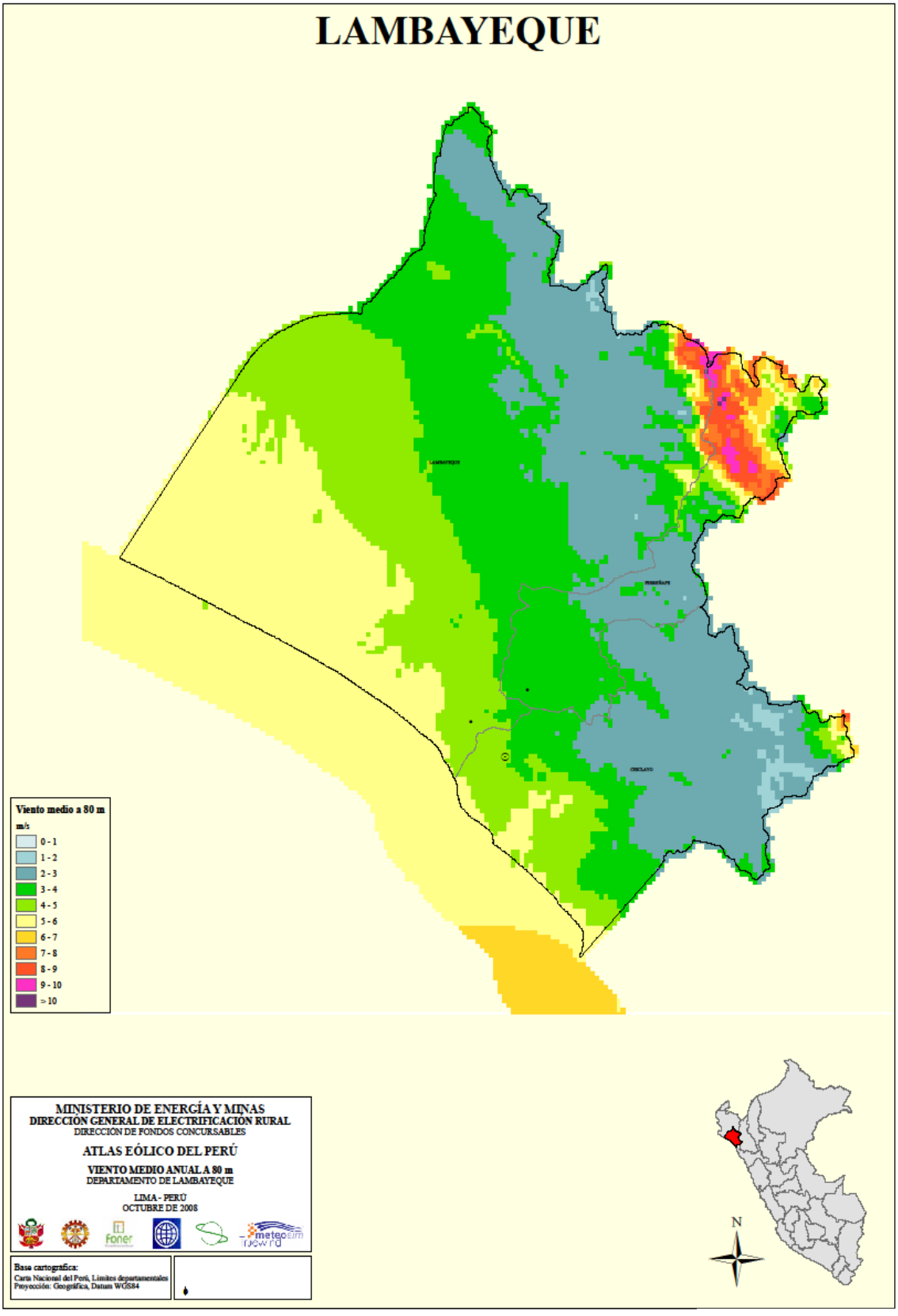
Ciencia y Tecnología Hidrometeorológica al Servicio del País

Senamhi

ANEXO 7

MAPA EÓLICO Y SOLAR DE LA NASA


Ecuador
Colombia
Brasil
Bolivia
Chile
Océano Pacífico
Lago Titicaca
REPUBLICA DEL PERU
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI
DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y ASUNTOS AMBIENTALES
ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
PROMEDIO ANUAL
(1975-1990)
LIMA - PERU
ENERO 2003
kW h / m²
< 4.0
4.0 - 4.5
4.5 - 5.0
5.0 - 5.5
5.5 - 6.0
6.0 - 6.5
6.5 - 7.0
7.0 - 7.5
> 7.5


LAMBAYEQUE
Viento medio a 80 m
m/s
0 - 1
1 - 2
2 - 3
3 - 4
4 - 5
5 - 6
6 - 7
7 - 8
8 - 9
9 - 10
> 10
MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS
DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL
DIRECCIÓN DE FONDOS CONCURSABLES
ATLAS EÓLICO DEL PERÚ
VIENTO MEDIO ANUAL A 80 m
DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE
LIMA - PERÚ
OCTUBRE DE 2008
Base cartográfica:
Carta Nacional del Perú, Límites departamentales
Proyección: Geográfica, Datum WGS84
N

ANEXO 8

RED SECUNDARIA

Cálculo para la red secundaria

Las redes secundarias son conformadas por las redes de baja tensión 440/220 v.

Características:

- Vano promedio: 40 m.
- Postes de madera 8 m.
- Conductor Autoportantes de aluminio, con portante desnudo de aleación de aluminio.
- Retenida: cable de hacer SM de 10 mm^2, varilla de anclaje de 2.4 m x 16 mm.
- Pastorales de 0.50 m de avance horizontal.
- Lámpara vapor de sodio 50 W
- Puesta a tierra Tipo PAT-1 en desviación
- Acometidas : cable concéntrico 2 x 4 mm^2, contador de energía 220 v

Para la selección de conductores y cálculos de caída de tensión para red secundaria es:

FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO		REACTANCIA INDUCTIVA		FACTOR DE CAIDA DE TENSIÓN		
	A 20°C	A 40°C	A 20°C	A 40°C	XL(30)	XL(10)	K(380-220 V)	K(440-220 V)	K(220 VAP)
3x35+16/25	0.868	0.93	1.398	1.479	0.094	0.123	1.503		3.272
3x25+16/26	1.2	1.93	1.38	1.479	0.1	0.116	2.078		3.272
3x16+16/27	1.91	2.05	1.38	1.479	0.11	0.11	3.308		3.272
3x35/25	0.868	0.93	1.38	1.479	0.091		1.503		3.272
3x25/26	1.2	1.29	1.38	1.479	0.095		2.079		3.272
3x16/27	1.91	2.05	1.38	1.479	0.103		3.308		3.272
2x35+16/25	0.868	0.93	1.38	1.479	0.086	0.114		3.78	3.272
2x25+16/26	1.2	1.29	1.38	1.479	0.093	0.109		3.776	3.272
2x16+16/27	1.91	2.05	1.38	1.479	0.096	0.096	3.308	3.765	3.272
2x16/25	1.91	2.05	1.38	1.479		0.096		3.765	3.272
1x16/25	1.91	2.05	1.38	1.479		0.094			3.272

ELECTRIFICACION RURAL DE CENTRO POBLADO

LOCALIDAD :		Laguna Huanama
PROVINCIA :		LAMBAYEQUE
DEPARTAMENTO :		LAMBAYEQUE

W/Lote :	120
FS (SP) :	0.5
FS (AP) :	1
Cos f (SP) :	1
Cos f (AP) :	0.9

SE N° :	1
CIRCUITO N°	C-1
TRAMO:	R_1
SISTEMA :	1F:220

Pot.Entregada(KVA)	2.24
PÉRDIDAS SE (W):	4.76
Perdidas Tramo (W):	4.76
Pot.Nominal(KVA)	2
Pot.Cargas Tramo (KW)	1.23

CAIDA DE TENSIÓN

CAIDA DE TENSION															
CONFIGURACIÓN:			SERIVICIO PARTICULAR							ALUMBRADO PÚBLICO					
Soporte	Tipo	Long.	N° de	Pot. C.E.	Pot. SP	Pot. Total	I. Nodo	Delta V.	% Caida	N° Luminarias	Pot. Nodo	Pot. TOtal	I (AP)	Caida Nodo	% Caida
N°	Conductor	(m)	Lotes	(KW)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	%	(u)	(KW)	(KW)	(A)	(V)	%
N0	f	2	0	0	0	1.11	5.05	0.04	0.02	0	0	0.13	0.63	0	0
1	f	15.35	0	0	0	1.11	5.05	0.3	0.15	0	0	0.13	0.63	0.03	0.02
2	f	49.98	0	0.25	0	0.67	3.05	0.59	0.42	1	0.06	0.06	0.32	0.05	0.04
3	m	40.69	4	0	0.24	0.42	1.92	0.3	0.56	0	0	0	0	0	0.04
4	m	34.93	3	0	0.18	0.18	0.82	0.11	0.61	0	0	0	0	0	0.04
1,1	f	25.13	0	0.2	0	0.44	2	0.2	0.24	1	0.06	0.06	0.32	0.03	0.03
1,2	m	49.27	1	0	0.06	0.24	1.09	0.21	0.34	0	0	0	0	0	0.03
1,3	m	39.86	1	0	0.06	0.18	0.82	0.13	0.4	0	0	0	0	0	0.03
1,4	m	45.39	1	0	0.06	0.12	0.55	0.1	0.44	0	0	0	0	0	0.03
1,5	m	37.53	1	0	0.06	0.06	0.27	0.04	0.46	0	0	0	0	0	0.03

CUADRO RESUMEN DE MATERIALES

ESTRUCTURAS	
Descripción	Cantidad
e1/S	1
E4/S	1
E1/S	5
E1	1
E3/S	2
TOTAL :	10

CONDUCTORES	
Descripción	Cantidad(m)
m	247.672
f	90.458
TOTAL :	338.13

POSTES	
Descripción	Cantidad
8/6D	9
TOTAL :	9

ACOMETIDAS	
Descripción	Cantidad
Acom SC	12
Acom CC	2
TOTAL :	14

LUMINARIAS	
Descripción	Cantidad
150 W	0
70 W	0
50 W	2
TOTAL :	2

RETENIDAS	
Descripción	Cantidad
R. Inclinada	4
TOTAL :	4

PLANILLA DE ESTRUCTURAS

SE	Circuito	Soporte	Distancia	Conductor	N° Postes	Clase	Retenidas	AP	Armado1	Acometidas	
N°	N°	N°	(m)	Tipo	BT	Poste	RI	(u)	(u)	Corta	Larga
1	1	0	2	f	0	12/200		0	e1/S	0	0
1	1	1	15.35	f	1	8/6D	1	0	E4/S	0	0
1	1	2	49.98	f	1	8/6D	0	1	E1/S	1	0
1	1	3	40.69	m	1	8/6D	0	0	E1	3	1
1	1	4	34.93	m	1	8/6D	1	0	E3/S	2	1
1	1	1,1	25.13	f	1	8/6D	1	1	E1/S	1	0
1	1	1,2	49.27	m	1	8/6D	0	0	E1/S	1	0
1	1	1,3	39.86	m	1	8/6D	0	0	E1/S	1	0
1	1	1,4	45.39	m	1	8/6D	0	0	E1/S	1	0
1	1	1,5	37.53	m	1	8/6D	1	0	E3/S	1	0

CALCULO MECANICO DE CONDUCTOR

Vano	Desnivel	Hip. 1			Hip. 2			Hip. 3			Hip. 4		
(m)	(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)	TiroH(Kg)	TMax(Kg)	Flecha(m)
10	1	127.71	128.41	0.01	173.65	174.62	0.02	161.59	162.64	0.04	46.99	47.29	0.03
20	2	127.71	128.47	0.05	174.71	175.81	0.06	172.75	174.13	0.13	54.22	54.63	0.12
30	3	127.71	128.54	0.11	176.34	177.57	0.14	186.59	188.34	0.28	61.41	61.93	0.23
40	4	127.71	128.62	0.2	178.38	179.75	0.24	200.98	203.12	0.46	67.92	68.56	0.37
50	5	127.71	128.69	0.31	180.66	182.18	0.37	215.07	217.61	0.67	73.72	74.47	0.53
60	6	127.71	128.77	0.44	183.06	184.73	0.53	228.54	231.48	0.91	78.86	79.72	0.72
70	7	127.71	128.86	0.6	185.47	187.3	0.71	241.28	244.63	1.18	83.42	84.38	0.92
80	8	127.71	128.94	0.79	187.83	189.82	0.92	253.27	257.05	1.46	87.46	88.54	1.15
90	9	127.71	129.03	1	190.08	192.25	1.15	264.54	268.75	1.77	91.06	92.25	1.4
100	10	127.71	129.12	1.23	192.22	194.55	1.41	275.12	279.77	2.11	94.26	95.56	1.67

ANEXO 9

FOTOS

ANEXO 10

CATALOGO DE DISPOSTIVOS A ELEGIR

ANEXO 11

PLANOS