



**FACULTAD DE INGENIERÍA, ARQUITECTURA Y
URBANISMO
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**TESIS
“DISEÑO DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO
FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE
ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO TUCTO -
CAJAMARCA”**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICISTA**

Autor:

Bach. CUBAS VÁSQUEZ, FIDEL ANGEL

orcid.org/0000-0003-4835-3688

Asesor:

M.Sc. JONY VILLALOBOS CABRERA

orcid.org/0000-0003-3643-5498

Línea de Investigación:

Infraestructura, Tecnología y Medio Ambiente

Pimentel – Perú

2020

**“DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO
PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL
CASERÍO TUCTO - CAJAMARCA”**

APROBACIÓN DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN

Mg. Juan Carlos Vives Garnique
Presidente del jurado de tesis

Mg. Ángel Marcelo Rojas Coronel
Secretario del jurado de tesis

MSc. Jony Villalobos Cabrera
Vocal del jurado de tesis

DEDICATORIA

Dedicado a mis padres, por brindarme su gran apoyo incondicional y por esa confianza que me entregaron día a día, por incentivarme con su gran apoyo económico y así logrando que cumpla mis metas que siempre he anhelado.

FIDEL ANGEL CUBAS VÁSQUEZ

AGRADECIMIENTO

A Dios por regalarme estos lindos momentos de vida para así culminar mi carrera profesional que tanto he anhele.

FIDEL ANGEL CUBAS VÁSQUEZ

RESUMEN

La energía solar y eólica, son dos tipos de energía que en la actualidad tienen bastante uso en lo que respecta a la producción de energía eléctrica, sobre todo para suministrarla a los lugares que se encuentran muy lejos de las redes eléctricas convencionales, sobre todo porque no constituyen un impacto negativo al medio ambiente.

La presente investigación muestra el Diseño de un Sistema que utilice la energía solar y energía eólica, para generar energía eléctrica para el Caserío “Tucto”, del Distrito de Miracosta.

Se realizó el estudio de mercado eléctrico del caserío Tucto, determinando que el año 1 será de 3 608 kW-h y 2,059 kW y en año 20 será de 4 125 kW-h y 2,355 kW. Así mismo el consumo diario de energía será de 11,30 kW-h. Luego se determinó la radiación solar es 5,11 kWh/m² y la velocidad del viento es 4,86 m/s.

El Sistema Eléctrico Híbrido Eólico – Fotovoltaico estará compuesto por un aerogenerador de ENAIR de 5 kW, así como 08 Paneles Solares del tipo Monocristalino, Marca FUTURA SUN, de 300 Wp, 12 Voltios, 16 Batería Formula Star SOLAR, 12 V, 260 Ah, 01 Regulador MPPT 50C Atersa, 01 Inversor marca CHANGI, 3000 W de CC DC 12 V a CA 220 V. Y una Red de Distribución de Energía Eléctrica de 220 V, con postes de CAC de 8 m y conductor autoportante de aluminio.

El presupuesto que involucra el Sistema híbrido eólico – fotovoltaico y la Red de Distribución Eléctrica secundaria es de S/. 83033,18. El costo de generación de energía eléctrica es de 1,1640 S/./kW-h. Como resultado de la evaluación económica a precios privados obtenemos un VAN de S/. -58296,20 y una TIR de -2% . De evaluación económica a precios sociales obtenemos un VAN de S/. 29965,59 y una TIR de 37%.

PALABRAS CLAVE: Sistema Híbrido, Energía Eólica, Energía Fotovoltaica, Máxima Demanda, Energía Eléctrica.

ABSTRACT

Solar and wind energy are two types of energy that currently have a lot of use in terms of the production of electrical energy, especially to supply it to places that are very far from conventional electrical networks, especially because they do not constitute a negative impact on the environment.

The present investigation shows the Design of a System that uses solar energy and wind energy, to generate electrical energy for the “Tucto” hamlet, of the District of Miracosta.

The electricity market study of the Tucto farmhouse was carried out, determining that year 1 will be 3,608 kW-h and 2,059 kW and in year 20 it will be 4,125 kW-h and 2,355 kW. Likewise, the daily energy consumption will be 11.30 kW-h. Then the solar radiation was determined is 5.11 kWh / m² and the wind speed is 4.86 m / s.

The Wind-Photovoltaic Hybrid Electric System will be composed of an ENAIR 5 kW wind turbine, as well as 08 Monocrystalline Solar Panels, FUTURA SUN Brand, 300 Wp, 12 Volts, 16 Formula Star SOLAR battery, 12 V, 260 Ah, 01 Atersa 50C MPPT Regulator, 01 CHANGI brand inverter, 3000 W from DC 12V to AC 220 V. And a 220 V Electric Power Distribution Network, with 8 m CAC poles and self-supporting aluminum conductor.

The budget that involves the hybrid wind-photovoltaic system and the secondary Electricity Distribution Network is S /. 83,033.18. The cost of generating electricity is 1.1640 S ./ kW-h. As a result of the economic evaluation at private prices, we obtain a NPV of S /. -58296.20 and an IRR of -2%. From economic evaluation at social prices, we obtain a NPV of S /. 29965.59 and an IRR of 37%.

KEYWORDS: Hybrid System, Wind Energy, Photovoltaic Energy, Maximum Demand, Electric Energy.

Índice

AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
Índice	vii
Índice de Tablas.....	ix
Índice de Figuras	x
I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Planteamiento del problema	11
1.2. Delimitación de la investigación	12
1.3. Justificación e importancia	13
1.4. Limitaciones de la investigación	13
1.5. Objetivos.....	13
1.6. Antecedentes de la Investigación	14
1.7. Bases teórico científicas	19
II. MATERIAL Y MÉTODOS.....	32
2.1. Tipo y diseño de investigación	32
2.2. Población y muestra	33
2.3. Hipótesis	33
2.4. Variables, Operacionalización.....	33
2.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.	35
2.6. Criterios Éticos.	35
III. RESULTADOS	37
3.1. Cálculo de la energía necesaria a suministrar en el caserío Tucto, ubicado en Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, departamento de Cajamarca.....	37
4.2. Cálculo de la radiación solar promedio y velocidad del viento en la zona del proyecto...41	
4.3. Dimensionamiento del sistema eléctrico híbrido eólico – fotovoltaico y la red de distribución eléctrica en baja tensión de 220 V.....	53
4.4. Evaluación económica del sistema híbrido eólico – fotovoltaico	68
IV. CONCLUSIONES	75
V. RECOMENDACIONES	76
V. REFERENCIAS	77
ANEXOS.....	79

PLANOS81

Índice de Tablas

Tabla 1: Criterios de clasificación y tipos de aerogeneradores	27
Tabla 2: Clasificación del Viento de acuerdo a su velocidad.....	29
Tabla 3: Operacionalización De Variable Dependiente	33
Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente.....	34
Tabla 5: Consumo Unitario de Vivienda uso Doméstico	38
Tabla 6: Consumo Unitario de Vivienda uso Comercial.....	38
Tabla 7: Datos utilizado para realizar la Proyección de Mercado Eléctrico en el caserío Tucto	39
Tabla 8: Resultados de la Proyección de Mercado Eléctrico en el Caserío Tucto	40
Tabla 9: Distribución de la generación de energía eléctrica.....	41
Tabla 10: Datos de la Radiación Solar obtenidos con el Solarímetro	42
Tabla 11: Distribución de Frecuencia y Distribución Acumulada	44
Tabla 12: Valores para obtener la ecuación de la recta	45
Tabla 13: Valores de Radiación Media, Gamma para diferentes valores de Beta (β)	46
Tabla 14: Frecuencia de la velocidad del viento	47
Tabla 15: Frecuencia relativa acumulada	48
Tabla 16: Valores para graficar y elaborar el reajuste lineal	49
Tabla 17: Valores de Radiación Media, Gamma para diferentes valores de Beta (β)	51
Tabla 18: Probabilidad de horas de velocidad del viento en el periodo de tiempo de los datos.....	53
Tabla 19: Producción de Energía según los Sistemas a diseñar	54
Tabla 20: Energía obtenida del aerogenerador para una altura de 18m	55
Tabla 21: Características eléctricas del módulo fotovoltaico	58
Tabla 22: Caída De Tensión Circuito I.....	61
Tabla 23: Caída De Tensión Circuito II	61
Tabla 24: Cálculos Mecánicos Conductor tipo 2 x16/25	61
Tabla 25: Vano Equivalente	62
Tabla 26: Hipótesis de cálculo.....	63
Tabla 27	63
Tabla 28: Tiro máximo de retenidas.....	63
Tabla 29: Planilla de Metrados.....	65
Tabla 30: Presupuesto del Sistema Híbrido.....	68
Tabla 31: Suministro de Materiales.....	69
Tabla 32: Montaje de Materiales	70
Tabla 33: Presupuesto de la Red Secundaria.....	71
Tabla 34: Presupuesto Total	71
Tabla 35: Flujo de caja de la Inversión a precios económicos	72
Tabla 36: Evaluación Económica a precios privados.....	73
Tabla 37: Flujo de caja de la Inversión a precios sociales.....	73
Tabla 38: Evaluación Económica a precios sociales	74

Índice de Figuras

Figura 1: Población peruana con acceso a electricidad (2012 -2016)	11
Figura 2: Componentes y parámetros de un aerogenerador	28
Figura 3: Ubicación del Caserío Tucto	37
Figura 4: Comportamiento Diario de la Radiación kW h/m ²	43
Figura 5: Distribución de Frecuencias	44
Figura 6: Distribución acumulada de Weibull	45
Figura 7: Velocidad del viento vs Frecuencia relativa	48
Figura 8: Reajuste lineal	50
Figura 9: Distribución de Weibull	52
Figura 11: Curva de potencia del aerogenerador ENAIR de 5 kW	55

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

1.1.2. Situación Problemática

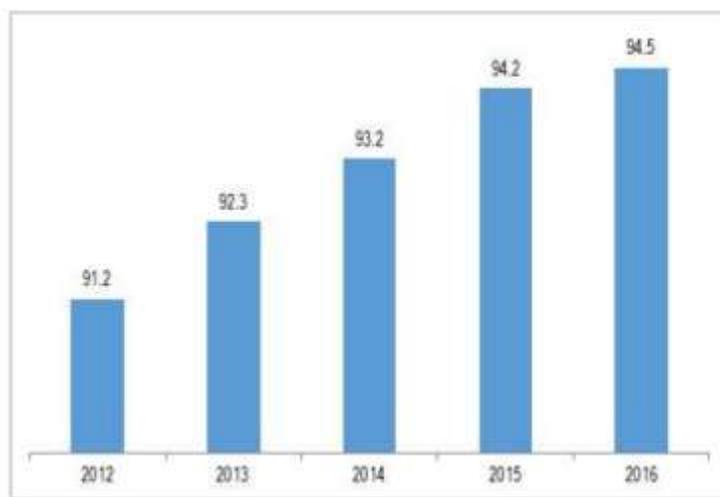
El Perú es un país con una geografía muy diversas, tenemos grandes valles, pero también paisajes en la serranía que dificulta el acceso y el alto grado de dispersión de muchas localidades hasta el momento no cuentan con el suministro de electricidad.

Así mismo contribuye a esto, la lejanía que las redes convencionales están respecto a estos caseríos, centros poblados, etc.

Esto permite que los habitantes de estas localidades no mejoren su calidad de vida, y además vivan condenados al subdesarrollo.

“Según la investigación realizada por el Banco Mundial aproximadamente 1000 millones de personas aún viven sin electricidad, y cientos de millones más viven con un suministro insuficiente o poco fiable. De ellas, 3000 millones utilizan combustibles como la leña u otra biomasa para cocinar y como medios de calefacción”. (Grupo Banco Mundial 2018)

Figura 1: Acceso a electricidad de la Población peruana con (2012 -2016)



Fuente: INEI – ENAAHO

El caserío de Tucto, se ubica en la sierra del departamento de Cajamarca, se encuentra a 3240 msnm, a 4 horas de la ciudad de Chiclayo, pertenece al Distrito de Miracosta,

Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca, Gobierno Regional de Cajamarca, en el norte central del Perú.

El camino a este pueblo es desde Chiclayo a través de la ciudad de Incahuasi.

- El viaje de Chiclayo a Incahuasi toma 3 horas 30 minutos en auto.
- Desde Incahuasi hay un viaje de 30 km hasta Tucto aproximadamente 1 hora 30 minutos (traslado privado) y 3 horas caminando.

Como referencia INEI 2017 “Censo Nacional de Hogares”, este pueblo tiene 43 habitantes, con 13 casas o un promedio de 3 personas/familia.

No hay establecimientos educativos, por lo que el nivel de educación es bajo, y para estudiar los jóvenes y niños tienen que caminar hasta Incahuasi.

Los residentes no cuentan con energía eléctrica, y la posibilidad de utilizar las redes eléctricas convencionales es compleja y antieconómica porque se encuentran a unos 20 km (pasando por Incahuasi).

Por eso, después de que los habitantes de Tucto habían perdido la esperanza de tener energía eléctrica, siempre usaban velas y encendedores y en algunas casas usaban intermitentemente pequeños generadores como fuente de luz. Es complicado, porque a diferencia de las anteriores, en esta ciudad hay muy pocas casas y su estado es muy malo, por lo que el consumo que puede ser muy poco (unos 10 kWh al mes).

Todo esto significa que la gente del pueblo de Tucto ha caído en el olvido y las autoridades no muestran ningún interés en solucionar su problema de escasez de energía.

1.1.2. Formulación del problema

¿De qué manera suministramos con electricidad al caserío Tucto distrito de Miracosta – Chota - Cajamarca?

1.2. Delimitación de la investigación

La investigación realizada se basa en el suministro del servicio eléctrico al corregimiento de Tucto en la región Miracosta - Chota - Cajamarca, utilizando la energía que produce el viento y la radiación solar existente en el lugar.

1.3. Justificación e importancia

Con la investigación propuesta, hemos podido derivar varios beneficios que indicaremos a continuación, repartidos en aspectos económicos, tecnológicos, ambientales y sociales.

Aspecto Tecnológico

En el aspecto tecnológico este trabajo de investigación se justifica en la medida que se empleará tecnología de punta para poder lograr con el objetivo general.

Aspecto Económico

En el aspecto económico permitirá que lo pobladores ahorren por el uso de velas, mecheros para alumbrarse.

Aspecto social

En el aspecto social, la presente investigación permitirá a los residentes de Tucto mejoren sus condiciones de vida.

Aspecto Ambiental

El presente proyecto de investigación permitirá disminuir los efectos invernadero, toda vez que plantearemos el uso de la energía fotovoltaico y eólico.

1.4. Limitaciones de la investigación

La investigación reveló limitaciones en cuanto a la recopilación de información debido a que estamos en una emergencia sanitaria por el COVID, no puedo acceder al área y el teléfono móvil es el único medio de comunicación. Reunir la información necesaria para llevar a cabo este estudio.

1.5. Objetivos

1.5.2. Objetivo general

Diseñar un sistema de generación híbrido eólico - fotovoltaico para dotar con electricidad al caserío Tucto, ubicado en Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

1.5.3. Objetivos específicos

- Determinar los requerimientos de Máxima Demanda y Energía Eléctrica del caserío Tucto, ubicado en Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

- Determinar la radiación solar promedio y velocidad del viento en la zona del proyecto.
- Calcular y seleccionar los componentes del sistema eléctrico híbrido eólico – fotovoltaico y la red de distribución eléctrica en baja tensión de 220 V.
- Realizar la evaluación económica del sistema híbrido eólico - fotovoltaico.

1.6. Antecedentes de la Investigación

1.6.1. Internacionales

Obladen de Lara y Unsihuay-Vila, 2019, en su trabajo de investigación “Technical and economic viability of the installation of a hybrid solar-wind generation system in a Brazilian industry”.

Este estudio intentó evaluar la viabilidad tecnoeconómica de la instalación de Sistema de energía eólica y solar en la Planta de Fabricación de Componentes Eléctricos NOVVALIGHT ubicada en Campo Largo, Paraná, Brasil. Los resultados de este estudio determinaron que una combinación de energía eólica y solar era la solución más viable, generando 260 MWh de energía al año. Para ello, se utilizará financiamiento del Banco Brasileño de Desarrollo Económico y Social (BNDES), generando una tasa interna de retorno del 18% y un VAN de R\$ 149.097,42, lo que indica la viabilidad económica del país. (Filho, 2019)

En la tesis de Amezquita, 2019, Titulada “Diseño de un sistema de energía híbrido (solar – eólico) para el soporte de las telecomunicaciones en el cerro girasoles del ejército nacional de Colombia”.

Los trabajos de calibración en curso determinan que el sistema eléctrico convencional actualmente instalado en el Cerro Girasoles ha sufrido reiteradas afectaciones graves en su funcionamiento por falta de suministro de combustible, afectando negativamente los servicios. Este sitio proporciona servicios de comunicación militar.

También llama la atención los inconvenientes en las instalaciones, logística, personal, tiempo de vuelo, transporte de material, etc., así como las fallas ocasionadas por el mantenimiento de las instalaciones militares de comunicación. Posible solución a este problema. Por esta razón, se debe diseñar un sistema híbrido adicional de energía solar y

eólica para asegurar el funcionamiento de los equipos de telecomunicaciones en modo 7x24. El objetivo fue demostrar opciones funcionales para sistemas energéticos únicos que mantienen las telecomunicaciones de voz, video y datos en el sur del país, demostrando costo-beneficio, impactos sociales, ambientales, sociales y económicos. Producido mediante el despliegue específico de este tipo de energía renovable en los cerros militares de Girasoles, ubicado en la provincia del Meta. (Amezquita Pardo, 2019)

En la Tesis elaborada por Huérfano Rodríguez y Gómez Contreras, 2020, titulada: “Dimensionamiento e implementación de un sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica en la institución Luis Carlos Galán De Cazucá, Soacha”. Los investigadores tuvieron como objetivo suministrar con energía eléctrica mediante un sistema híbrido a la Institución Educativa Luis Carlos Galán. Finiquitando que La Institución Luis Carlos Galán geográficamente, se encuentra en medios meteorológicas propicias para plasmar el dimensionamiento, debido a que la zona de evaluación está en una altitud de 2.780 m.s.n.m, permitiendo un mejor acceso a los vientos con una velocidad aproximada de 7 m/s en dirección sur-suroeste, y una radiación solar aproximada de 4 Wh/(m²*día). Para el sistema híbrido la ejecución se instaló usando dos paneles solares monocristalinos con capacidad de 365W cada uno a 24V, el eje vertical del aerogenerador de 3 aspas de 400W a 24V, inversor de 600W a 24V, controlador de 60W PWM y 4 baterías vehiculares de 115 reacondicionadas. (Huérfano Rodríguez & Gómez Contreras, 2020)

1.6.2. Nacionales

En el proyecto de investigación de Navarro Quintana, José Franco, 2020, denominada “Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque en el departamento de Lambayeque”. Cuyo tipo de estudio se aplicó y obtuvo para un pronóstico de 20 años, la potencia imprescindible que requiere la humanidad Cortijo El Higuerón es de 35,93 kWh, con aforo para 69 familias. Análisis de los tres nacimientos de radiación del SENAMHI. En la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio y el Solarius plus que es un software

recibieron la más contraproducente radiación más Eso es 4,5 kWh/m²/día. Trabajamos en el más desfavorable, mes de junio. Sistema de energía eólica fotovoltaica compuesto por 01 identificado Aerogenerador Series 2 Paneles 295Wp,16, E70 PRO, 36 YGE 60 Cell Batería fija 12V,1 Inversor serie PV3500 de 8kW, 3 examinadores Smart Solar MPPT 150V 85A Prestigio. Coste de referencia del sistema de energía eólica fotovoltaica es S/. 231.593,64. (Navarro Quintana, 2020)

En el proyecto de investigación de Pajares Espejo, Michael Gustavo, 2017, denominada “Generación híbrida de 2kw para el centro poblado Laguna Huanama en el distrito de Salas”. La presente investigación involucra la generación de energía eólica y solar con paneles fotovoltaicos y aerogeneradores usados para servicios eléctricos de Laguna Huanama, aprovechando radiación solar y el viento veloz para mejorar la subsistencia de la gente en la ciudad. Para realizar la exposición de la instancia de la electricidad (la demanda máxima que necesita consumir cada vivienda) para abastecer de energía eléctrica a las moradas. La medida de radiación solar se obtiene mediante un heliómetro que calcula la emisión solar, y la medida de velocidad del aire se obtiene midiendo la velocidad del viento mediante un instrumento anemómetro, y de esta forma se recopilan los datos. Resultado obtenido mediante un híbrido de energías renovables (eólica-fotovoltaica) con una potencia total instalada de 2 kW, 60% eólica y 40% fotovoltaica, que abastecerá las necesidades eléctricas de todo el casco urbano de Laguna Huanama. (Pajares Espejo, 2017).

En el proyecto de investigación de Ubaldo Yancachajlla Tito, 2021, denominada “Optimización de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico para una vivienda rural aislada de la red en el distrito de Paucarcolla”. El crecimiento del uso eléctrico ha impulsado el progreso del país. Esta necesidad de electricidad es proporcionada principalmente por fuentes de energía fósil que son dañinas para el medio ambiente. El propósito de este trabajo es estudiar la energía renovable de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para viviendas rurales aisladas de la red en Paucarcolla, Perú. Evaluar el potencial eólico y solar utilizando datos de fuentes disponibles como SENAMHI y NASA. Para optimizar el sistema híbrido de energía eólica fotovoltaica se utilizó el procedimiento

Modelo de Optimización Híbrido de Electricidad Renovable (HOMER). El resultado del análisis es una lista de posibilidades de poder. También se obtuvo un costo de energía de \$0.335/kWh para el sistema híbrido fotovoltaico-eólico, demostrando la factibilidad económica de implementar el sistema en el sitio de estudio. (Ubaldo Yancachajlla, 2021)

1.6.3. Locales

En su trabajo de investigación De La Cruz Cajo, Miguel Alex, 2019, “Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuero en Salas en el departamento de Lambayeque”. Nos comentó que se planteó como objetivo de investigación debido a la importancia de utilizar energías renovables y ahorrar los costos energéticos que se requieren para su instalación. Cuyo tipo de estudio se aplicó y obtuvo Para un pronóstico de 20 años, la electricidad precisa que requiere la humanidad Cortijo El Higuero de 35,93 kWh, con capacidad y son 69 familias y de cargas que son especiales que son 3. Análisis de la radiación de tres fuentes del SENAMHI, y el Solarius plus software recibieron la radiación adversa. Eso es 4,5 kWh/m²/día. Y medir el viento de Cada hora en dirección y velocidad desde la Meteorológica Estación de Lambayeque La elevación de 2,5 trabajamos en el mes más desfavorable, junio. Sistema de energía eólica fotovoltaica compuesto por 01 identificado Aerogenerador E70 PRO, 36 YGE 60 Cell Series 2 Paneles 295Wp,16 Batería fija serie PV3500 de 8kW, 3 controladores SmartSolar MPPT 150V 85A Prestigio. Coste de referencia del sistema de energía eólica fotovoltaica es S/. 231.593,64. (De La Cruz Cajo, 2019)

Poclin Mas, 2019, en su trabajo de investigación titulado “Implementación de Sistemas Fotovoltaicos, en Comunidades Aisladas de las Redes Eléctricas Convencionales en la Provincia de Bongará – Región Amazonas”. El objetivo general de este trabajo es proveer con sistemas fotovoltaicos a localidades remotas de Perla del Imasa, San José, La Jalca y El Verde, en Bungara en la Amazonía; debido al problema de suministro eléctrico insuficiente. Este tipo de exploración es diligente porque resuelve dificultades reales utilizando los conocimientos aprendidos en aulas. Durante la realización de este trabajo se ha encontrado que el promedio de la energía promedio diaria

para las siguientes comunidades se estima en: 307,00 WH/día para La Jalca, 8882,571 horas para El Verde, 11293.429 horas/día para San José y 16345,429 horas/día para Perla del Imasa. En cuanto a la irradiación solar, se han consultado cuatro fuentes: SENAMHI SOLAR ATLAS, NASA, METTONORM y SOFTWARE BANCO, con base en criterios significativos (o peores meses), se puede determinar la radiación para calcular los sistemas fotovoltaicos de cada comunidad. Para La Jalca se tiene una 3,953 kW-h/m²/día de irradiación solar; Verde de 3,440 kW-h/m²/día de irradiación solar; San José de 4,249 kW-h/m²/día de irradiación solar; Pera del Imasa 3,440 kW-h/m²/día de irradiación solar. Dimensiones y selección de sistemas fotovoltaicos mediante paneles solares Solar 325 WP, Potencia pico de 300 WP (24V), control solar marca PWM El convertidor del controlador MPPT de la marca solar se debe marcar con 4 000W y 5 000W, el controlador eléctrico de la red secundaria es 1x16/25. El costo total de PV y red secundaria por comunidad es el siguiente: La Jalca con una inversión S/. 3668,38; Verde con una inversión S/. 132 018,75; San José con una inversión S/. 194 064,44; Pera del Imasa con una inversión S/. 216 565,93. (Mas, 2019)

Gálvez Diaz, Oscar, 2018, en su trabajo de investigación titulado “Diseño de un sistema híbrido fotovoltaico-biodigestor de 15 kW para generar energía eléctrica en el caserío Pósope Bajo-Pátapo”. Es el tamaño y elección de mecanismos para el régimen fotovoltaico de cada comunidad mediante paneles. El proyecto consistió en plantear un procedimiento eléctrico fotovoltaico con biodigestor para satisfacer una Máxima Demanda 15 kW para las viviendas de Pósope Bajo Pátapo. La irradiancia solar mensual promedio modifica en un imperceptible en noviembre de 4,35 kWh/m² día hasta un máximo en marzo de 5,57 kWh/m² día. Se realizó un estudio de pronóstico de demanda en el primer sitio de vivienda, la encuesta evaluó que había solo 8 casas en 2016, para 2036 para 10 casas, la demanda aumentará de 1 kW a 1, 22 kW. Para este estudio se escogieron dos especies (bovinos y porcinos) porque sus excrementos aportan más metano (CH₄). Para determinar el tamaño del digestor se debe tener en cuenta el volumen total de estiércol (kg) por día de 456 kg/día, el volumen de gas 17,072 m³, el volumen de líquido 0,528 m³ y el tiempo de retención de 40 días. 17,072 metros cúbicos de metano (CH₄) me proporcionarán 112.739 kWh/día de energía suficiente para mis necesidades de luz

eléctrica y alumbrado público, aquí se utilizarán dos generadores. Para determinar el tamaño del aparato se estima que la carga total de los equipos de iluminación es de 620 W y las 2 bombas de agua de 3730 W cada una debido a que este Caserío Pósope Bajo Pátapo tiene una potencia de 8080 W y teóricamente consume 26,1 kWh de energía eléctrica por día. Se espera que el proyecto requiera 32 módulos fotovoltaicos de 300 Wp, 4 reguladores de 50 A, 3 inversores/cargadores paralelos de uso general de 3000 W y 40 baterías SLI mejoradas de 150 Ah. (Galvez Diaz, 2018)

1.7. Bases teórico científicas

1.7.1. Definición de Términos

Acumulador

Dispositivo que tiene la capacidad de almacenar electricidad y convertirla en energía química. Se puede conectar en paralelo o en serie.

Aerogenerador

Equipamiento que mediante mecanismos aprovecha la velocidad del viento para convertirla en electricidad.

Inversor

Dispositivo capaz de transformar la corriente continua y corriente alterna.

Carga

Cualquier dispositivo que necesita de energía eléctrica para funcionar.

Instalación fotovoltaica

Instalación compuesta por módulos fotovoltaicos.

Instalación eléctrica

Conjunto de elementos capaces de servir como medio para llevar la energía eléctrica a los usuarios finales.

Watt pico

Es la potencia máxima que puede producir un panel fotovoltaico a condiciones normales de funcionamiento.

1.7.2. Definiciones Conceptuales

A.- Generación eléctrica

La energía eléctrica se produce en centrales eléctricas que utilizan recursos naturales para generar electricidad a través de turbinas y generadores. Luego lo transmiten a través de la línea eléctrica a diferentes consumidores. Endesa (2012,p.34),

En la producción de electricidad se respeta el principio general de conservación de la energía, pero el inconveniente no es la generación y transmisión sino el almacenamiento de energía eléctrica, por lo que debe existir una coordinación fluida entre las tres actividades.

Actividades de la producción de electricidad

Generación. Para producir electricidad, las personas utilizan varios recursos, como la energía del viento, la energía del sol, la energía de las olas, la energía del agua, etc. Dependiendo de los recursos utilizados, son renovables y no renovables. (ENDESA, 2012).

Transmisión. Esta actividad se encarga de la transmisión de energía eléctrica desde las estaciones de producción hasta los centros de consumo, donde se ubican las subestaciones donde se coloca la energía eléctrica para su distribución. En la transmisión hay pérdidas y en este proceso lo que se hace es cobrar el canon de transmisión. (ENDESA, 2012).

Distribución. En esta actividad se transmite energía eléctrica a diferentes consumidores, por medio de redes BT Y MT, con pérdidas. Dependiendo del poder que ejerzan, pueden ser tanto clientes independientes como clientes estructurados. (ENDESA, 2014).

B.- Pronóstico de Mercado Eléctrico

a.- Proyección de Población

Lo definimos usando la siguiente fórmula:

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

Dónde:

i = porcentaje de crecimiento

n = años

P₀= Población actual.

b.- Pronóstico de Número de Viviendas

$$PNV = NV(1 + i)^n$$

Dónde:

i = Tasa de crecimiento

n = Número de años

NV = Cantidad de viviendas actual

c.- Cantidad de personas por vivienda (IHV)

$$IHV = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pobladores}}{\text{N}^\circ \text{ de casas}}$$

d.- Coeficiente de Electrificación (C.E.)

$$C.E. = (\text{N}^\circ \text{ casas Electríf.}) / (\# \text{ Viviendas Totales})$$

e.- Abonados Totales (A.T.)

$$A.T. = (\text{N}^\circ \text{ casas}) * (C.E.)$$

f.- Consumo Unitario por cada Abonados Domésticos (CUD)

El consumo de la unidad interior se calcula teniendo en cuenta los electrodomésticos potenciales que tendrán los hogares.

g.- Pérdidas de Energía (Pe)

$$Pe = CT \times (1 + Pd)$$

Pd = Proporción de pérdida

CT = Consumo total

h.- Energía Total (ET)

$$ET = (CT + \% \text{ pérdidas})$$

i.- Máxima Demanda (M.D.)

$$M.D. = (ET) / [fc \times (8760)]$$

C.- Energía solar

a.- El sol

El Sol es la fuente de energía que permite la vida en nuestro planeta, que es un Astro ubicado a una altura de 1,400,000 km y el volumen $1,99 \times 10^{30}$ kg, contiene 600 millones de toneladas de toneladas de Medidores de hidrógeno molecular a 596 millones de toneladas de hidrógeno (aproximadamente $3,7 \cdot 10^{23}$ kW). Debido a la existencia del sol, hay vida en nuestro planeta y, por lo tanto, todos los recursos existentes. Escobar (2013, p. 15).

b.- La Energía del sol

Es la energía que nos da el sol y así se dan todos los ciclos de nuestro planeta, como el ciclo del agua, ciclo del carbono, ciclo del oxígeno, etc. Además, gracias a ella se produce la fotosíntesis. (Arenas y Zapata, p. 18).

c.- Hora Solar Pico

Este es el número total de horas, un cierto territorio para recibir energía solar a lo largo de sus magnitatos medidos por W/m^2 . (Barcena y otros, p. 13),

D.- Distribución de Weibull

Esta teoría se basa en estadísticas y probabilidad, y es esencialmente una distribución de probabilidad continua. Fue descubierto por primera vez por Fréchet (1927), descrito por Waloddi Weibull, quien lo elaboró en 1951, y aplicado por primera vez por Rosin y Rammler (1933).

$$f(x; \lambda, k) = \begin{cases} \frac{k}{\lambda} \left(\frac{x}{\lambda}\right)^{k-1} e^{-(x/\lambda)^k} & x \geq 0 \\ 0 & x < 0 \end{cases}$$

Donde $k > 0$ es el parámetro de forma y $\lambda > 0$ es el parámetro de escala de la distribución .

E.- Sistema Fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico consiste en un grupo de paneles solares que aprovechan la energía del sol para luego convertirla en energía solar y suministrarla a la red o a los consumidores.

Asimismo, la ventaja de estas instalaciones es que utilizan como fuente recursos renovables y también se denomina energía limpia por su bajo impacto en el medio ambiente. (Cornejo, p. 5)

a.- Función

Su función es generar electricidad a través de las ondas electromagnéticas emitidas por el sol (fotones) que son captados por los paneles solares a través de los elementos semiconductores, logrando la liberación de electrones. (Arenas y Zapata, p. 29).

b.- Componentes

Los componentes son:

Módulo fotovoltaico

Baterías

Inversor

Regulador de carga

c.- Ventajas

La ventaja del sistema fotovoltaico es que es una tecnología limpia y de libre acceso, porque su impacto en el medio ambiente es muy pequeño, es una tecnología muy respetuosa con el medio ambiente. (Arenas y Zapata, 2011, p. 33).

d.- Desventajas

Uno de sus inconvenientes es que esta tecnología sigue siendo muy costosa, y todavía no existe una fábrica que produzca esta tecnología en nuestro país. (Arenas y Zapata, 2011, p. 33).

e.- Energía a Producir

Energía a Producir = Energía consumida + pérdidas del sistema fotovoltaico.

La energía Producida debe contener la energía pérdida que se produce suministrar las necesidades de electricidad. (Orbegozo y otros 2010, p. 27).

F.- Cálculo de los sistemas solares fotovoltaicos.

Definimos el dimensionamiento de los sistemas solares fotovoltaicos de la siguiente manera:

Cálculo de los Módulos Fotovoltaicos

En este estudio se utilizarán paneles fotovoltaicos de tipo policristalino, por su eficiencia y más

Corriente Alterna a Distribuir ($L_{md, AC}$)

$$L_{md, AC} = \frac{ET}{R}$$

Donde:

R: Porcentaje de pérdidas de energía

ET: Energía Total

$$R = 1 - [(1 - K_c - K_b - K_v) \times K_a N/PD] - K_c - K_b - K_v$$

Para:

K_c = Merma en el inversor

K_a = Mermas por auto descarga

K_v = Pérdidas diversas

K_b = Merma por eficiencia en la batería

PD = Porcentaje de descarga de la batería

N = Días de autonomía

Cálculo de la Energía Total a Distribuir (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md, DC} + \frac{L_{md, AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$$

Para:

η_{con} : Eficacia de la Conducción

η_{inv} : Eficacia del Inversor

$L_{md, DC}$: Energía Real en DC a Comercializar

$L_{md, AC}$: Energía Real en AC a Comercializar

η_{bat} : Eficacia de la Batería

Cálculo del Número de Módulos ($N_{mód}$)

$$N_{mód} = \frac{L_{md}}{P_{MP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR}$$

Para:

P_{MP} : Potencia de cada panel

HPS_{CRIT} : Hora Crítica Solar Pico

L_{med} : Energía Real a Distribuir

PR : Eficacia de cada celda fotovoltaica

Conexión de los paneles solares

Conexión serie

$$N_S = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}}$$

Para:

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema

N_S : Cantidad de paneles conectados en serie.

V_{PANEL} : Voltaje nominal de los paneles

Conexión paralela

$$N_P = \frac{N_T}{N_S}$$

Para:

N_S : Cantidad de paneles en serie.

N_T : Cantidad total de paneles.

Entonces:

$$\text{Cantidad de Paneles} = N_S \times N_P$$

Cálculo del Regulador.

Intensidad de corriente de entrada

$$I_{entrada} = 1,25 \cdot I_{MOD,SC} \cdot N_p$$

$I_{MOD,SC}$ = Intensidad de corriente del panel

N_p = Cantidad de Paneles

1,25 = Factor de seguridad

Intensidad de corriente de salida

$$I_{salida} = \frac{1,25 \cdot (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{BAT}}$$

η_{inv} = Eficacia del Inversor

V_{BAT} = Tensión de la Batería

Cantidad de reguladores será:

$$N_{reguladores} = I_{Re} / I_{MÁX,e}$$

Para:

I_{RE} = Intensidad de Corriente

$I_{max,e}$ = Intensidad de corriente máxima de entrada

Cálculo de la cantidad de baterías.

Energía consumida media en A-h/día:

$$Q_{Ah} = \frac{L_{mul}}{V_{BAT}}$$

Capacidad nominal de los acumuladores (C_{ne}):

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah} \cdot n}{PD_{MÁX,e}}$$

$$N^{\circ} \text{ de baterías} = \frac{Cn}{Ah}$$

Selección del inversor

El convertidos tendrá un 20% más de potencia que la capacidad suministrada.

$$P_{inv} = 1,2 * POT_{max}$$

Dimensionamiento del conductor

$$S = 2 * \frac{L * I}{\Delta V * K}$$

Para:

K : 56 m/ Ohm.mm²

$\Delta V = \Delta V\% \times V_{MP}$: Caída de tensión.

$I = N_{panel} * I_{sc}$: Intensidad de corriente que conduce.

G.- Dimensionamiento de los Aerogeneradores

a.- Generalidades.

El viento es una de las fuentes de energía renovable que se encuentra en nuestro planeta.

Los sistemas de energía eólica se pueden dividir en dos tipos:

- Sistemas Interconectados:
- Sistemas Aislados:

Existen diferentes tipos y modelos de aerogeneradores, clasificados según diferentes criterios, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 1: Aerogeneradores - Tipos

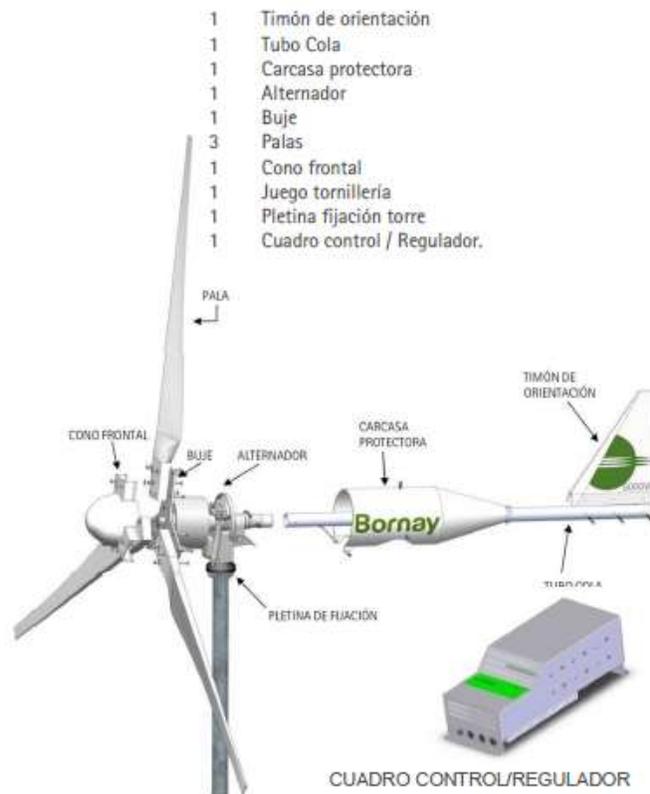
De acuerdo al número de palas	Multipala
	Rápidos
De acuerdo al eje de trabajo	Eje vertical
	Aerogeneradores de eje horizontal
De acuerdo a su potencia	Pequeños
	Grandes
De acuerdo a la posición del rotor en la máquina	Micro
	Multimega
	Sotavento
	Sotavento

Fuente: Jorge Servan Socola, 2014.

Actualmente, los aerogeneradores más utilizados en electrificación rural son del tipo danés con una gran torre y conectados a un ventilador para transmitir su energía al generador y generar electricidad.

En la Figura 2, podemos ver las partes del aerogenerador.

Figura 2: Aerogenerador - Componentes y parámetros



Fuente: Aerogenerador Bornay 6000, Manual de usuario.

La Figura 1 enumera los componentes principales o componentes que componen una turbina eólica, algunos de los cuales pueden no requerir ninguno de estos componentes según el tipo y la capacidad de la turbina eólica individual.

b.- Variables de un aerogenerador

- **Velocidad de arranque:** Es la que el generador empieza a proporcionar energía útil. En aerogeneradores de eje horizontal de tres palas de alta velocidad, suele estar en el rango de 3 a 4 m/s.

- **Velocidad nominal:** Es la que se alcanza la potencia nominal del aerogenerador. En un rotor de tres palas de eje horizontal suele estar entre 12 y 15 m/s.
- **Velocidad de parada:** Es la que se detiene el ventilador debido al funcionamiento del sistema de control y regulación, para evitar el riesgo de daños por altas velocidades del viento. En un rotor de tres palas, esta velocidad está entre 25 y 30 m/s.
- **Velocidad de supervivencia:** Esta es la que mediante la cual las turbinas eólicas pueden enganchar cuando se excede durante el apagado. Gira alrededor de setenta metros por segundo.

Tabla 2: Tipos del Viento por velocidad

FUERZA	Velocidad (m/s)	Velocidad (km/h)	Denominación
0	0 - 0.5	0 - 1	Calma
1	0.6 - 1.7	2 - 6	Ventolina
2	1.8 - 3.3	7 - 12	Suave
3	3.4 - 5.2	13 - 18	Leve
4	5.3 - 7.4	19 - 26	Moderado
5	5.7 - 9.8	27 - 35	Regular
6	9.9 - 10.4	36 - 44	Fuerte
7	12.5 - 15.2	45 - 54	Muy fuerte
8	15.3 - 18.2	55 - 65	Temporal
9	18.3 - 21.5	66 - 77	Temporal fuerte
10	21.6 - 25.1	78 - 90	Temporal muy fuerte *
11	25.2 - 29	91 - 104	Tempestad
12	Más de 29	Más de 104	Huracán

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2008

c.- Tipos de turbinas eólicas.

Generadores sincrónicos:

Este tipo de turbinas tienen las desventajas del alto costo de los imanes permanentes y también la tendencia a desmagnetizarse, pero aún se usan como generadores de baja potencia. La electricidad generada es corriente alterna trifásica.

Generadores asincrónicos:

Estas son muy utilizadas porque son muy eficientes y económicas. También conocidos como generadores de inducción.

d.- Regulación del voltaje de salida.

Cuando la turbina se mueve a una velocidad variable, el generador genera electricidad y el voltaje de salida cambia constantemente, por lo que se requiere un regulador de voltaje.

e.- Determinación de la Capacidad del Aerogenerador

Para seleccionar aerogeneradores, se debe tomar en cuenta los siguientes parámetros: la velocidad máxima, mínima y media del viento de la zona.

H.- Costo Teórico de Generar Energía Eléctrica (LCOE)

Lo calcularemos así:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

Donde:

Mt : Costos de Operación y Mantenimiento

i : Inversión Inicial

t : Periodo de tiempo estimado de la instalación

E : Energía generada durante la vida del sistema

r : Tasa de descuento

I.- Evaluación económica

La evaluación económica se lleva a cabo utilizando los siguientes indicadores:

Valor actual neto (VAN)

El VAN permite calcular cuales son los beneficios que se ha obtenido a lo largo de toda la vida del proyecto, considerando una rentabilidad (i). Una inversión se considera rentable cuando su $VAN > 0$. Si el $VAN < 0$, la inversión será rechazada.

$$V.A.N. = -A + \sum_{s=1}^n \frac{Q_s}{(1+i)^s}$$

$$V.A.N. = -A + \frac{Q_1}{(1+i)^1} + \frac{Q_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+i)^n}$$

i = rentabilidad mínima que le exigimos a la inversión

A = desembolso inicial

$N = n^\circ$ de años de toda la inversión

Q_s = Flujo de caja del momento

Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno es el porcentaje que ha ganado el capital invertido a lo largo de todo el proyecto. También se le denomina factor de actualización, como "r" cuyo valor presente neto es cero.

$$0 = -A + \frac{Q_1}{(1+r)^1} + \frac{Q_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{Q_n}{(1+r)^n}$$

Relación beneficio costo

La relación beneficio/costo se obtiene dividiendo el valor actual de los beneficios (ingresos) del proyecto por el valor actual de los costos (costos), todo ello de acuerdo con la relación de valoración económica.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

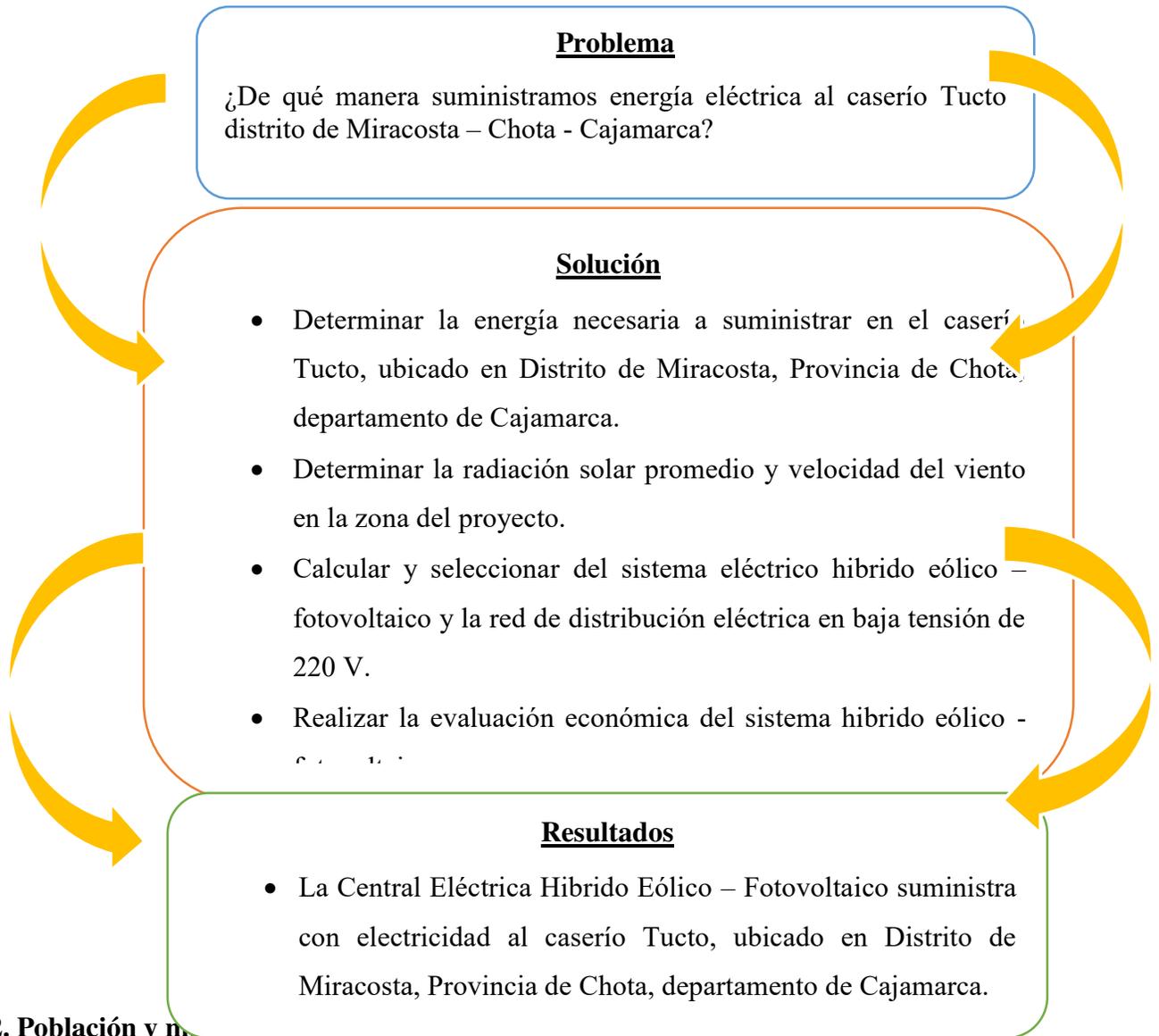
2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de investigación

Para el presente trabajo utilizamos el método inductivo, que extrae conclusiones generales a partir de premisas específicas. Este es el método científico más común, en el que se

pueden distinguir cuatro etapas básicas: la observación de los hechos hasta su registro; clasificación y estudio de estos datos; El razonamiento inductivo parte de los hechos y permite llegar a una generalización; y contraste.

2.1.2. Diseño de la investigación



2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

Para este estudio contaremos con una población, es decir casas ubicadas en la localidad de Tucto en el distrito de Miracosta- Chota.

2.2.2. Muestra

Para este estudio, la muestra está constituida por las viviendas ubicadas en la localidad de Tucto del distrito de Miracosta- Chota.

2.3. Hipótesis

Mediante el diseño de un sistema fotovoltaico híbrido eólico se abastece de energía eléctrica en la localidad de Tucto en Miracosta - Chota - Provincia de Cajamarca.

2.4. Variables, Operacionalización

2.4.1. Variables independientes

Sistema Híbrido Eólico Fotovoltaico.

2.4.2. Variables dependientes

Suministro de Energía Eléctrica.

Tabla 3: Operacionalización De Variable Dependiente

Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica de Recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
Suministro de Energía Eléctrica	Cantidad de electricidad que solicita un abonado	Potencia Energía Eléctrica	Encuesta	Hoja de Encuesta

Fuente: Propia

Tabla 4: Operacionalización de Variable Independiente

Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Técnica de Recolección de datos	Instrumento de recolección de datos
-------------------------------	--------------------	--------------------	--	--

Sistema Hibrido Eólico Fotovoltaico	Potencia Eléctrica	Celeridad y dirección del viento (m/s)	Análisis de Documentos	Fichas Técnicas para el Análisis de Documentos
	Máxima Demanda	Irradiación solar (kW-h/m ²)		
	Energía Producida	Selección del aerogenerador (kW)		
		Potencia y unidades de paneles fotovoltaico		

Fuente: Propia

2.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad.

2.5.1. Técnicas de recolección de datos.

En este proyecto se utilizaron las siguientes técnicas de investigación:

Cuestionario

Gracias a esta tecnología obtendremos información socioeconómica del pueblo de Tucto en la región de Miracosta.

Análisis de documentos

Mediante esta técnica vamos a obtener información de tesis, libros, reglamentos, etc.

2.5.2. Instrumento de recolección de datos

Las herramientas de recolección de datos utilizadas en este trabajo de investigación son:

A. Hoja de Encuesta Socio Económica.

Se aplicará la encuesta socioeconómica, para recopilar información sobre el poblado de Tucto en la provincia de Miracosta. En el Anexo 1 presentamos la encuesta utilizada en la presente investigación.

B. Guía de análisis de documentos

Se aplicará un archivo en el que se registrarán los principales datos de la fuente bibliográfica analizada (autor, título, edición, páginas de referencia, etc.). Ver Anexo 2.

2.6. Criterios Éticos.

2.6.1. Criterio de la publicación.

Con la publicación de este estudio, permitirá que otros sitios sin servicio obtengan una propuesta de solución y así poder cubrir sus necesidades eléctricas.

2.6.2. Criterio de publicación

Con el anuncio del proyecto dejaré claro que con esta nueva propuesta de suministro de energía no convencional se podrán cubrir las necesidades eléctricas de zonas rurales alejadas de la red tradicional.

2.6.3. Ética de la aplicación

Para lograr una solución a las necesidades energéticas de la finca Tucto, se debe recolectar información de dicha finca, así como información de disertaciones, libros y artículos académicos sobre el tema, así como datos producidos por el propio gobierno. Proporcionados por Electronorte SA.

III. RESULTADOS

3.1. Cálculo del requerimiento de electricidad del caserío Tucto del Distrito de Miracosta

El pequeño pueblo de Tucto está ubicado a 3240 metros sobre el nivel del mar en la sierra del Perú, a 4 horas en auto desde la ciudad de Chiclayo, en el Distrito de Miracosta, Provincia de Chota, Departamento de Cajamarca.

A Tucto se accede desde Chiclayo vía Incahuasi.

- El viaje de Chiclayo a Incahuasi toma 3 horas y 30 minutos en auto.
- Desde Incahuasi hay un viaje de 30 km hasta Tucto que toma alrededor de 1 hora 30 minutos (traslado privado) y 3 horas a pie.

Figura 3: Ubicación del Caserío Tucto



Fuente: Google Earth

Según datos censales realizados en 2017 para el “Censo Nacional de Hogares” del INEI, el pueblo de Tucto tiene 43 personas nominalmente empadronadas, con 13 casas, con un promedio de 3 integrantes/hogar.

El clima en Tucto es típico de un clima montañoso, hace frío, y es muy seco. Consta de dos períodos estacionales: abundantes lluvias entre diciembre a marzo y sin lluvias de abril hasta mayo. Tiene una temperatura de 14 grados centígrados en promedio.

Su actividad principal es el pastoreo de animales, basadas en la producción de oca, papas, trigo y, entre otros.

La ganadería es una industria complementaria a la agricultura, ya que permite a las personas obtener ingresos adicionales.

Para determinar la máxima demanda y energía requerida para una vivienda de Tucto, se tomó en cuenta la unidad de consumo por abonado de acuerdo a su uso:

Tabla 5: Consumo por cada Abonado de uso Doméstico

Descripción	Unid.	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Uso diario (h)	Energía (Wh-día)	Energía (kWh-mes)
Televisor	1	50	50	3	150	4,50
Radio Pequeño	1	15	15	3	45	1,35
Iluminación Interior	3	23	69	3	207	6,21
Cargador de celular	1	5	5	3	15	0,45
Total			139	12	417	12,51

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 6: Consumo por cada Abonado de uso Comercial

Descripción	Unid.	Potencia (W)	Potencia Total (W)	Uso diario (h)	Energía (Wh-día)	Energía (kWh-mes)
Televisor	1	50	50	3	150	4,50
Radio Pequeño	1	15	15	3	45	1,35
Iluminación Interior	4	23	92	3	276	8,28
Equipo de Sonido	1	50	50	4	200	6,00
Cargador de celular	1	5	5	3	15	0,45
Total			162	16	686	20,58

Fuente: Elaboración Propia

Con esto se procede a realizar el estudio de mercado eléctrico de la localidad de Tucto.

Para ello utilizaremos los siguientes datos:

Tabla 7: Datos utilizados

Indicador	Valor	Fuentes de Información
Año de Referencia	2020	
Población Total Inicial	43	Investigación de campo
Tasa de Crecimiento	0,01	Registro de INEI
Índice de Habitantes por Vivienda	3,0	Registro de INEI
Pérdida de energía	9,0%	Información de la Empresas Concesionaria
Factor de Carga	20%	Información de la Empresas Concesionaria
Sector Típico	5	Información de la Empresas Concesionaria
KALP (Factor de Alumbrado Público en kWh/usuario-mes)	6,3	Normatividad de AP en sectores rurales
PPL: Potencia Nominal Promedio de lámpara de AP (W)	50,00	Normatividad de AP en sectores rurales

Fuente: Elaboración Propia

Y con ello, procedemos a realizar el cálculo:

Tabla 8: Estudio de Mercado Eléctrico del Caserío Tucto – Resultados

DESCRIPCIÓN	Años									
	0	1	2	10	11	12	18	19	20	
	2020	2021	2022	2030	2031	2032	2038	2039	2040	
Poblacion Total	43	43	43	45	45	46	47	47	48	
Indice de Habitantes por Vivienda	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
Viviendas Totales	14	14	14	15	15	15	16	16	16	
Coefficiente de Electrificación	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%	
Viviendas a Electrificar	14	14	14	15	15	15	16	16	16	
Abonados Totales	14	14	14	15	15	15	16	16	16	
Número de abonados domésticos	13	13	13	14	14	14	15	15	15	
Número de abonados comerciales	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Número de abonados de Uso General	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Número de abonados de peq. Industrias	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo Unitario por Abonado Doméstico (KW-h)	KW-h	151	152	158	159	159	164	165	166	
Consumo Unitario por Abonado Comercial (KW-h)	KW-h	248	249	260	261	262	270	272	273	
Consumo Unitario por abonado de Usos Generales (KW-h)	KW-h	0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo Unitario por Abonado de Peq. Industrias (KW-h)	KW-h	0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo Abonados Domésticos (Kw-h)		2.018	2.038	2.208	2.230	2.252	2.391	2.415	2.439	
Consumo Abonados Comerciales (kW-h)		255	258	279	282	285	303	306	309	
Consumo Abonados Uso General (kW-h)		0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo Abonados Peq. Industrial (kW-h)		0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo de energía (kW.h)		2.273	2.296	2.487	2.512	2.537	2.694	2.721	2.748	
Calculo del consumo de Alumbrado Público										
Consumo Mensual de AP - CMAP (KWh)		91	91	95	95	96	99	99	100	
Puntos de Iluminación Sistema Convencional		4	4	4	4	4	4	4	4	
Consumo anual de AP en Sist. Convencional (kW.h)		1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	1.037	
Consumo Total de energía en Sist. Convencional (kW.h)		3.310	3.333	3.524	3.549	3.574	3.730	3.757	3.785	
Porcentaje de Pérdidas		0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	
Pérdidas de Energía (kW-h)		298	300	317	319	322	336	338	341	
Energía al ingreso del sistema (KW-h)		3.608	3.633	3.841	3.868	3.896	4.066	4.096	4.125	
Factor de carga		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	
Potencia al ingreso del sistema (KW)		2,059	2,074	2,192	2,208	2,223	2,321	2,338	2,355	

Fuente: Elaborado por el autor

De acuerdo a lo tabla anterior, se determina que en el último año de proyección el consumo de energía será de 11,30 kWh/día y la energía requerida será de 2,36 kW.

A partir de la energía diaria que requiere una finca Tucto, nuestro sistema híbrido brindará la siguiente energía:

Tabla 9: Distribución de la generación de energía eléctrica

Suministro con Central Solar (60%)	Energía Diaria (kW-h/día)	6,78
Suministro con Central Eólica (40%)	Energía Diaria (kW-h/día)	4,52
TOTAL	Energía Diaria (kW-h/día)	11,30

Fuente: Elaborado por el autor

Los resultados obtenidos concuerdan con la investigación realizada por De La Cruz Cajo, Miguel Alex, 2019, en su trabajo de investigación “Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuerón en Salas en el departamento de Lambayeque”, en la cual obtuvo humanidad Cortijo El Higuerón es de 35,93 kWh, con capacidad para 69 familias y tres cargas Especiales.

3.2. Cálculo de la irradiación solar promedio y velocidad del viento en la zona del proyecto

4.2.1. Determinación de la irradiación solar

- Se determina la irradiación solar en el área del proyecto.
- Se ha desarrollado un protocolo de medición de la irradiación solar, incluyendo la fecha y hora prevista para la colocación de los paneles solares.
- Se realizaron mediciones de radiación solar en el periodo de diciembre de 2019 y enero de 2020, y una vez cada hora desde las 7 de la mañana hasta las 6 de la tarde.
- La toma de datos de la radiación solar en el campo, se ha hecho con el Medidor Solar (SUN Meter TES 1333). Se refiere al uso manual del medidor solar al comienzo de cada hora.
- Los valores medidos registrados son en base al Protocolo de Radiación Solar en la base de datos para obtener la irradiancia diaria promedio para el área a través de la distribución de Weibull.

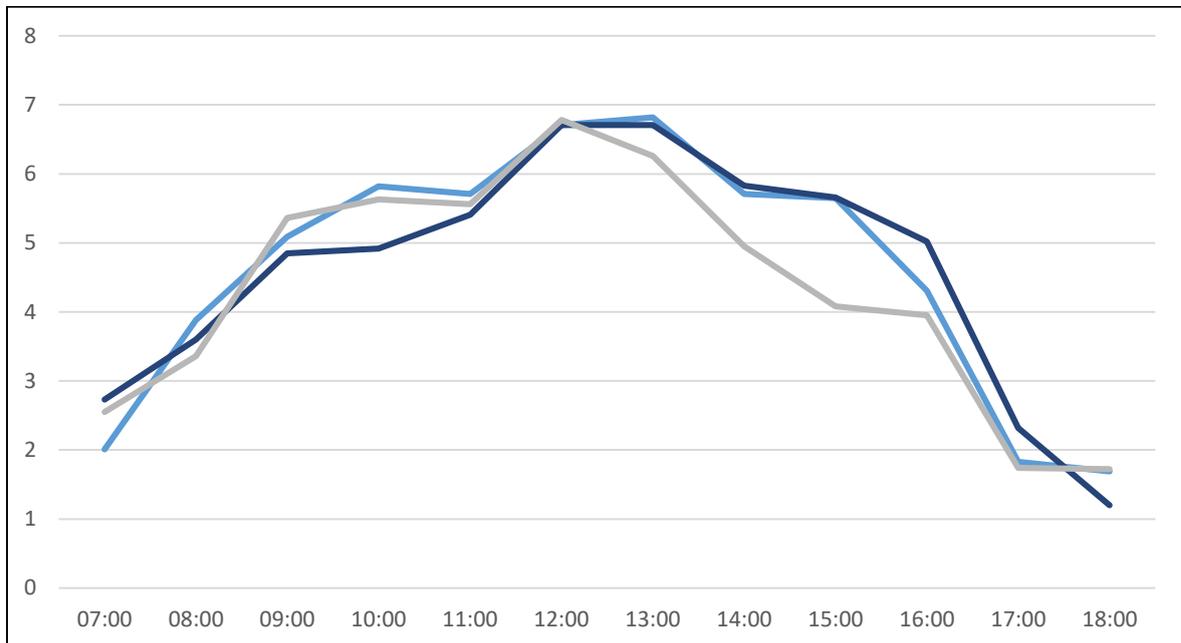
Tabla 10: Radiación Solar – Datos del Solarímetro

COORDENADAS	RADIACION SOLAR (Kw-h/m ²)											
	COORDENADA GMS WGS84 ZONE 17S											
FECHA / HORA	E 691703 N 9307593											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
6/12/2019	2,01	3,88	5,09	5,82	5,71	6,71	6,82	5,71	5,65	4,31	1,83	1,69
8/12/2019	2,73	5,16	5,09	5,7	5,6	6,72	6,09	4,34	4,35	4,57	2,01	2,04
10/12/2019	2,76	3,96	4,08	4,86	5,34	5,52	6,85	4,47	4,6	3,32	2,05	1,92
12/12/2019	2,73	4,14	5,16	5,65	5,82	5,71	6,71	5,02	4,34	3,58	2,13	2,04
14/12/2019	2,03	4,09	5,48	5,71	5,88	6,85	6,16	5,04	4,34	2,31	1,83	2,05
16/12/2019	2,01	3,9	5,16	5,7	5,6	5,74	6,26	4,35	4,08	3,95	1,74	1,72
18/12/2019	2,01	3,84	4,92	4,09	5,48	5,6	6,72	5,11	5,12	5,04	2,84	1,93
20/12/2019	2,03	3,78	3,06	4,14	5,16	6,64	6,7	5,26	2,84	2,31	2,05	1,53
22/12/2019	1,99	3,72	4,14	4,85	5,09	5,82	6,71	5,33	4,34	4,35	3,57	2,01
24/12/2019	2,41	3,66	3,06	4,14	5,16	5,65	6,82	5,71	5,02	4,34	3,58	2,13
26/12/2019	2,73	3,6	4,85	4,92	5,41	6,71	6,71	5,83	5,66	5,02	2,32	1,2
28/12/2019	1,61	3,54	3,12	3,49	4,14	5,34	6,52	5,85	5,04	4,34	2,31	1,81
3/01/2020	2,03	3,48	4,92	4,09	5,48	6,6	6,72	5,13	5,12	5,04	2,84	1,93
5/01/2020	2,32	3,42	5,29	5,77	5,78	5,85	6,26	5,75	4,34	2,31	1,93	2,05
7/01/2020	2,55	3,36	5,36	5,63	5,56	6,78	6,26	4,95	4,08	3,95	1,74	1,72
9/01/2020	2,97	3,3	4,72	4,47	5,88	6,46	6,72	5,19	5,07	5,04	2,84	1,97
11/01/2020	2,45	3,24	3,16	4,28	5,66	5,94	6,97	5,26	2,84	2,31	2,15	1,53
13/01/2020	1,99	3,18	4,64	4,65	5,89	6,32	6,51	5,33	4,34	4,35	3,57	2,16
15/01/2020	2,35	3,12	5,39	5,32	5,71	5,81	6,82	5,78	5,85	2,21	1,83	1,69
17/01/2020	2,39	3,06	5,12	5,79	5,46	5,72	6,39	4,34	4,35	3,57	2,09	2,14
19/01/2020	2,76	2,99	4,58	4,76	5,34	6,52	6,85	4,87	4,04	2,32	2,05	1,92
21/01/2020	2,73	2,94	4,35	4,62	5,41	6,77	6,31	5,83	5,66	5,58	2,32	1,12
23/01/2020	1,81	2,88	3,22	3,49	4,84	6,34	6,52	5,05	5,04	4,34	2,37	1,81
25/01/2020	2,12	2,82	4,72	4,49	5,45	6,68	6,78	5,19	5,14	5,04	2,84	1,93

Fuente: Elaborado por el autor

Luego los gráficos muestran la actividad de los recursos solares, en diferentes días:

Figura 4: Evaluación de la Irradiación kW-h/m²



Fuente: Elaborado por el autor

Cálculo de los parámetros de Weibull

La distribución de frecuencias está determinada por la irradiación solar nominal en el rango de 1 kWh/m², que va de 0 kWh/m² a 1 kWh/m², de modo que se puede calcular una proporción del comportamiento del Sol en la superficie promedio, en cada período. De la Tabla 10 que registra la radiación solar obtenida durante dos meses, la Tabla 11 se coloca en fila para caracterizar mejor y poder obtener la frecuencia de radiación óptima.

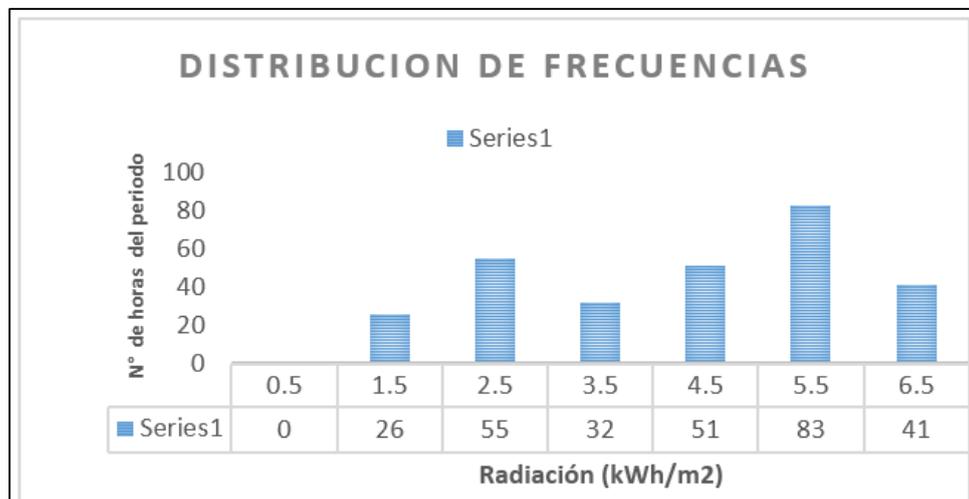
Tabla 11: Cálculo de la Distribución Acumulada y Distribución de Frecuencia

RADIACION (kWh/m ²)	RANGO MAXIMO (kWh/m ²)	RANGO MINIMO (kWh/m ²)	OBSERVACIONES	DIST. DE FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMALADA (fa)
0,5	1	0	0	0	0
1,5	2	1	26	0,091247778	0,054277778
2,5	3	2	55	0,180872222	0,235450000
3,5	4	3	32	0,111111111	0,387361111
4,5	5	4	51	0,177083333	0,758495425
5,5	6	5	83	0,277194444	0,885458450
6,5	7	6	41	0,156461111	1
TOTAL, DE DATOS			288		

Fuente: Elaborado por el autor

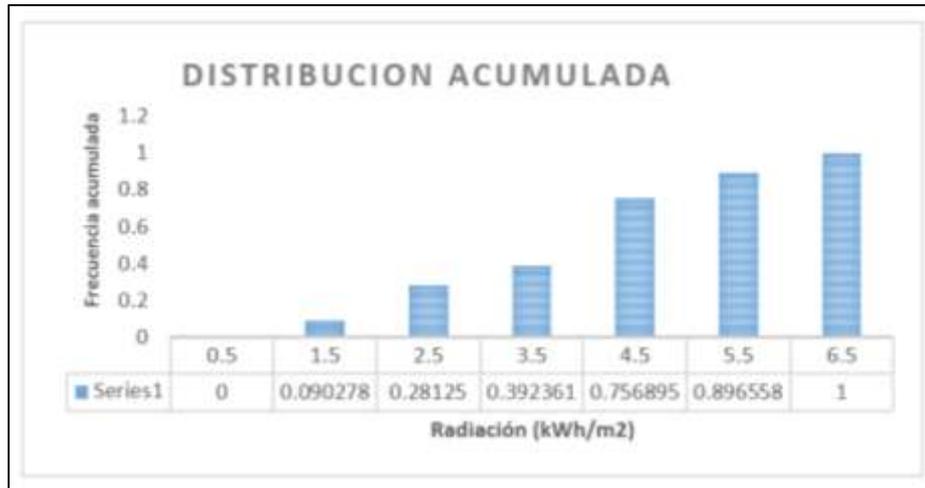
Con estos datos realizamos la gráfica siguiente:

Figura 5: Distribución de Frecuencias



Fuente: Elaborado por el autor

Figura 6: Distribución acumulada de Weibull



Fuente: Elaborado por el autor

Para obtener las constantes de la ecuación: $y = \beta x + b$, utilizamos los datos de la siguiente tabla:

Tabla 12: Datos que dan origen a la ecuación de la recta

RADIACIÓN PROMEDIO $x = \ln(v)$	DISTRIBUCIÓN ACUMULADA $y = \ln(-\ln(1-F(v)))$
-0,693147181	
0,405465108	-2,357928934
0,916290732	-1,107930508
1,252762968	-0,696804849
1,504077397	0,346608956
1,704748092	0,819228384
1,871802177	

Fuente: Elaboración por el mismo autor

Con estos valores logramos la ecuación siguiente:

$$y = 2,328549408 x - 3,302074471$$

Para luego, obtener los valores de β y b :

$$\beta = 2,3285$$

$$b = - 3,3020$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{b}{\beta}\right)} \quad \theta = 4,15 \text{ kW-h/m}^2$$

Con estos valores, obtenemos Γ aproximado, de acuerdo a la Tabla 13:

Tabla 13: Diferentes valores de Beta (β) con Valores de Radiación Media

β	$\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) = \frac{\bar{v}}{c}$
1	1,205623598
1,25	1,085061239
1,5	1,004686332
1,6	0,979569174
1,7	0,957406975
1,8	0,937707243
1,9	0,920081167
2	0,904217699
2,1	0,889865037
2,2	0,876817162
2,3	0,864903886
2,4	0,853983382
2,5	0,843936519
2,6	0,834662491
2,7	0,826075429
2,8	0,818101727
3	0,803749066
3,5	0,775043742
4	0,753514749
4,5	0,736769977
5	0,723374159
5,5	0,712413945

Fuente: Elaborado por el autor

De esta manera utilizando $\beta = 2,3285$, y utilizando la interpolación lineal, la gamma se calcula cuando la radiación media es: $\Gamma = 0.861786147$

Con ello se determina la radiación media (θ_{med}):

$$\theta_{med} = \theta \cdot \Gamma \left(1 + \frac{1}{\beta} \right)$$

$$\theta_{med} = 5,11 \text{ kWh/m}^2$$

$$\theta_{med} = 5,11 \text{ kWh/m}^2$$

- Evaluación del potencial eólico

La información ha sido obtenida de la estación meteorológica INCAHUASI, cerca del área de estudio, los valores se mencionan en el Apéndice 01, en el archivo de Excel primero procederemos a la extracción de datos a una velocidad de 0 m/s, luego allí desarrollar las periodicidades:

Tabla 14: Velocidad del viento - Frecuencias

Velocidad del viento (m/s)	Frecuencia de la velocidad (h)	Frecuencia acumulada (h)	Frecuencia acumulada porcentual (h)
1	651	651	0,45429
2	327	978	0,68248
3	188	1166	0,81368
4	92	1258	0,87788
5	82	1340	0,93510
6	40	1380	0,96301
7	27	1407	0,98186
8	13	1420	0,99093
9	8	1428	0,99651
10	4	1432	0,99930
11	1	1433	1,00000
12	0	1433	1,00000
13	0	1433	1,00000

Fuente: Elaborado por el Autor

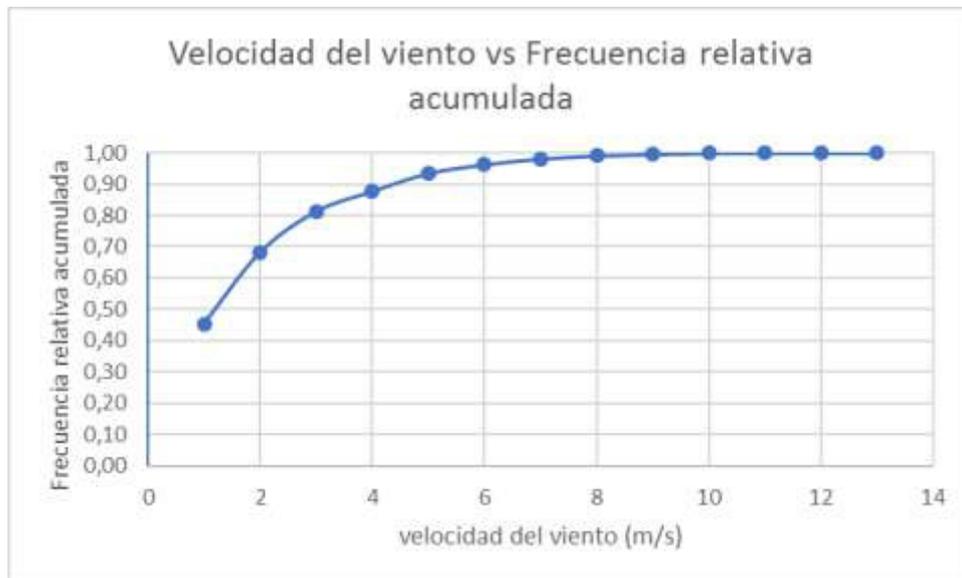
A continuación, en la Tabla 15 presentamos la frecuencia acumulada porcentual.

Tabla 15: Celeridad del viento – Frecuencia acumulada porcentual

Velocidad del viento (m/s)	Frecuencia acumulada porcentual (h)
1	0,45429
2	0,68248
3	0,81368
4	0,87788
5	0,93510
6	0,96301
7	0,98186
8	0,99093
9	0,99651
10	0,99930
11	1,00000
12	1,00000
13	1,00000

Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Frecuencia relativa vs Velocidad del viento



Fuente: Elaboración propia

Como tenemos el resultado acumulativo de la frecuencia relativa para cada velocidad, tenemos que graficar el proceso:

$$\ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right) = k * \ln(v) - k * \ln(C)$$

Concebimos la siguiente ecuación:

$$y = \ln\left(\ln\left(\frac{1}{1-F(v)}\right)\right)$$

$$x = \ln(v)$$

$$b = -k * \ln(C)$$

A continuación, presentamos los valores obtenidos con las fórmulas antes descritas.

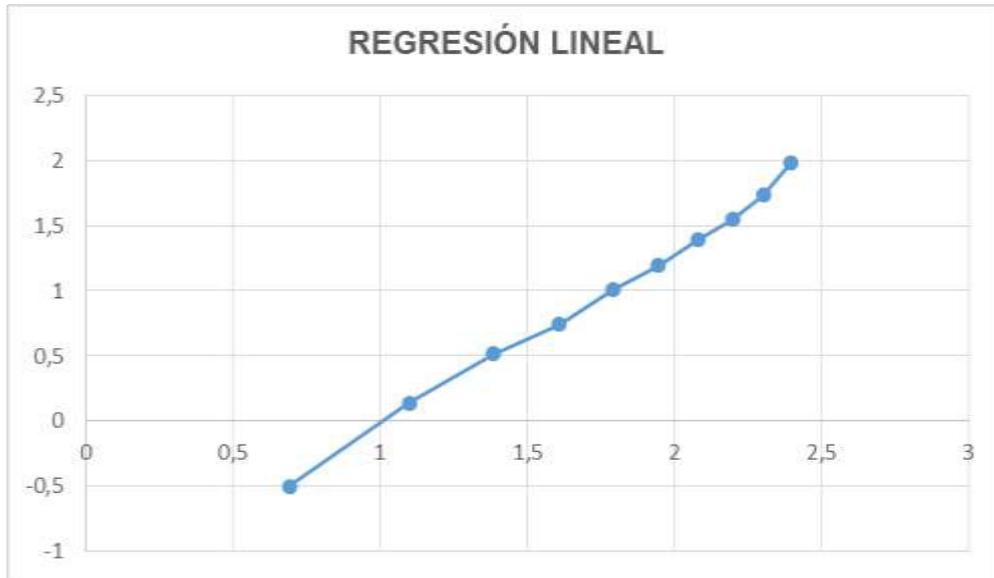
Tabla 16: Celeridad del Viento – Distribución acumulada

Velocidad de Viento	DISTRIBUCIÓN ACUMULADA
x=Ln(v)	y=Ln(-Ln(1-F(v)))
0	
0,693147181	-0,501418861
1,098612289	0,137348606
1,386294361	0,518958524
1,609437912	0,743240996
1,791759469	1,006104355
1,945910149	1,193083788
2,079441542	1,38864881
2,197224577	1,548110459
2,302585093	1,73308594
2,397895273	1,983415852
2,48490665	
2,564949357	

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8 presentamos los valores de la Tabla 16.

Figura 8: Ajuste Lineal



Fuente: Elaborado por el autor

De la gráfica anterior obtenemos la siguiente ecuación:

$$y = 1,457596418 x - 1,511747709$$

Obteniendo los siguientes parámetros:

$$\beta = 1,467596418$$

$$b = - 1,510747709$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{b}{\beta}\right)} \quad \theta = 2,821823471 \text{ m/s}$$

Con estos valores, obtenemos Γ aproximado, de acuerdo a la Tabla 17:

Tabla 17: Diferentes valores de Beta (β) para Valores de Radiación Media Gamma

β	$\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) = \frac{\bar{v}}{c}$
1	1,205623598
1,25	1,085061239
1,5	1,004686332
1,6	0,979569174
1,7	0,957406975
1,8	0,937707243
1,9	0,920081167
2	0,904217699
2,1	0,889865037
2,2	0,876817162
2,3	0,864903886
2,4	0,853983382
2,5	0,843936519
2,6	0,834662491
2,7	0,826075429
2,8	0,818101727
3	0,803749066
3,5	0,775043742
4	0,753514749
4,5	0,736769977
5	0,723374159
5,5	0,712413945

Fuente: Elaboración Propia

Con estos valores se calcula la gamma y luego la velocidad promedio:

$$\Gamma = 1,01831906777$$

$$\theta_{\text{med}} = \theta \cdot \Gamma\left(1 + \frac{1}{\beta}\right)$$

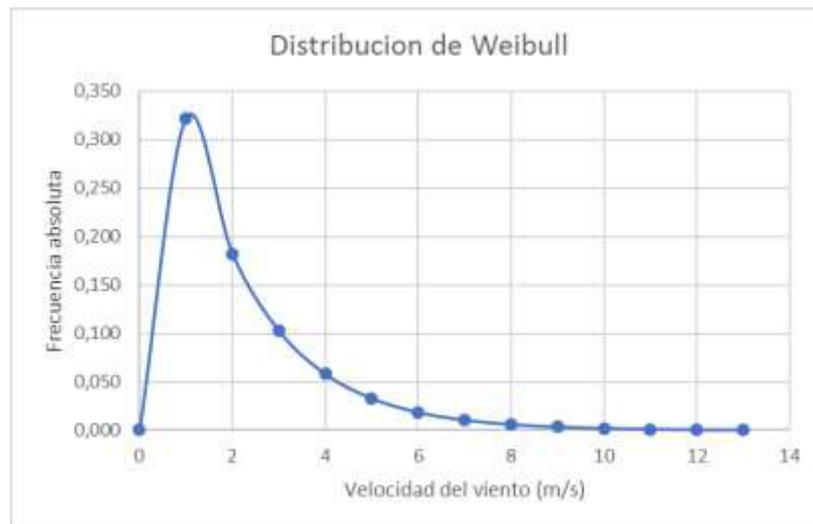
$$\theta_{\text{med}} = 4,86209372 \text{ m/s}$$

$$\theta_{\text{med}} = 4,86 \text{ m/s}$$

Con estos valores obtenemos la función que representará el comportamiento del viento.

$$f(v) = \left(\frac{1,457596418}{1,01831906777}\right) \left(\frac{v}{1,01831906777}\right)^{1,457596418-1} e^{-\left(\frac{v}{1,01831906777}\right)^{0,91,457596418}}$$

Figura 9: Distribución de Weibull



Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Tiempo en horas de la celeridad del viento

velocidad (m/s)	f(v)	horas
0	0,000000	0,00
1	0,322573	462,25
2	0,181985	260,78
3	0,102743	147,23
4	0,058027	83,15
5	0,032780	46,97
6	0,018522	26,54
7	0,010467	15,00
8	0,005916	8,48
9	0,003344	4,79
10	0,001890	2,71
11	0,001069	1,53
12	0,000604	0,87
13	0,000342	0,49
14	0,000193	0,28
15	0,000109	0,16
16	0,000062	0,09

Fuente: Elaborado por el autor

Para el periodo marzo - abril, calculamos las horas 1433 horas, durante este periodo podemos calcular los siguientes días de relación:

$$\text{Tiempo (días)} = (1\ 433\ \text{h}) \left(\frac{1\ \text{día}}{24\ \text{h}} \right) = 59,708\ \text{días}$$

Los resultados obtenidos concuerdan con los realizados por Huérfano Rodríguez y Gómez Contreras, 2020, titulada: “Dimensionamiento e implementación de un sistema híbrido eólico - solar fotovoltaico para abastecimiento de energía eléctrica en la institución Luis Carlos Galán De Cazucá, Soacha” donde se determinó una velocidad promedio de viento de 7 m/s en dirección sur-suroeste, y una radiación solar promedio de 4 kWh/(m²*día).

4.3. Cálculo y selección de los mecanismos del sistema híbrido y la red eléctrica de 220 V.

Para poder dimensionar el Sistema Combinado, hemos considerado que la producción de energía eléctrica se realizará de la siguiente manera:

Tabla 19: Producción de Energía según los Sistemas a diseñar

Suministro con Central Solar (60%)	Energía Diaria (kW-h/día)	6,78
Suministro con Central Eólica (40%)	Energía Diaria (kW-h/día)	4,52
TOTAL	Energía Diaria (kW-h/día)	11,30

Fuente: Elaborado por el autor

4.3.1. Cálculo del sistema eólico

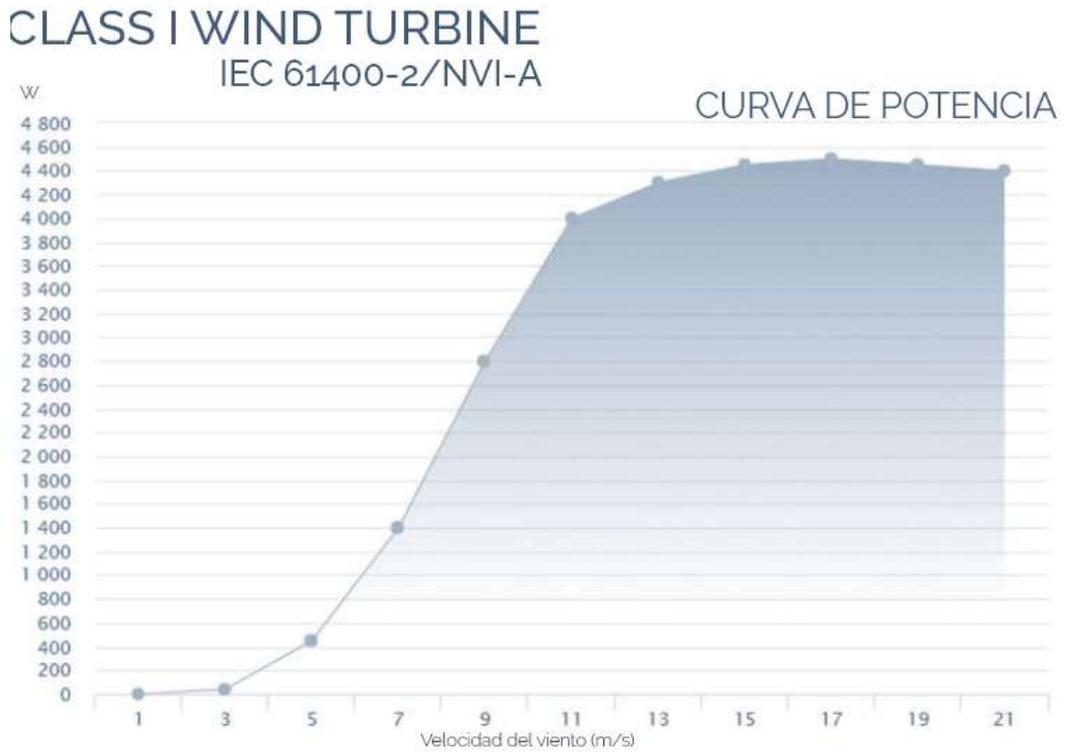
Recomendamos aerogeneradores ENAIR de 5 kW, optamos por trabajar con estos aerogeneradores porque arrancan a 2 m/s de velocidad de viento. En la siguiente figura apreciamos el aerogenerador utilizado.

Figura 25: Aerogenerador de ENAIR de 5 kW



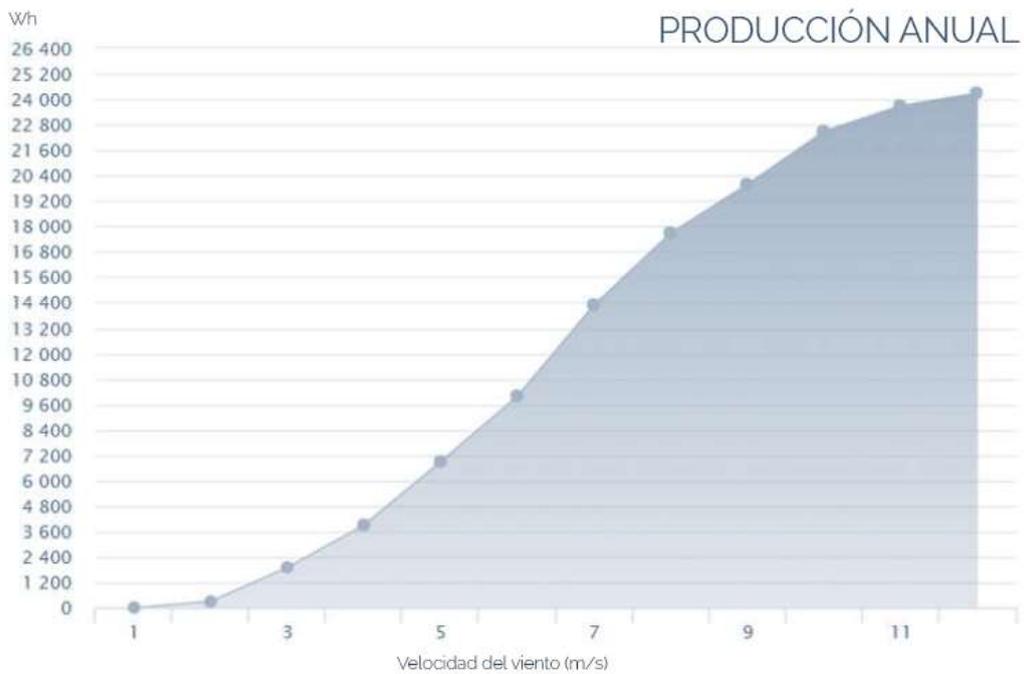
Fuente: <https://www.enair.es/es/aerogeneradores/e70pro>

Figura 10: Aerogenerador ENAIR de 5 kW - Curva de potencia



Fuente: https://www.enair.es/descargas/Ficha_Tecnica/Ficha_Tecnica_E70_es.pdf

Tabla 20: Energía para h = 18m producida del aerogenerador



Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la distribución de Weibull, la velocidad de viento mínima es de 4,8 m/s. Con esta velocidad de viento y de la curva de producción de energía del aerogenerador seleccionado obtenemos una energía por día de 4,5 kW-h/día, que es justo la energía que necesitamos producir.

Entonces se seleccionará un Aerogenerador ENAIR E30PRO de 5 kW, de rotor eje horizontal a barlovento, con una velocidad de arranque de 2 m/s y una velocidad nominal de 11 m/s.

4.3.2. Cálculo del sistema Solar

A.- Determinación de la energía a producir

Sistema híbrido de suministro de energía que incluye aerogeneradores ENAIR 70 PRO 5 kW que produce una energía 4,5 kW-h/día.

Entonces la Energía diaria a producir con el Sistema Fotovoltaica será:

$$E_{\text{sistema}} = E_{\text{aerogenerador}} + E_{\text{fotovoltaica}}$$

$$E_{\text{fotovoltaica}} = E_{\text{sistema}} - E_{\text{aerogenerador}}$$

$$E_{\text{fotovoltaica}} = 11,30 - 4,50$$

$$E_{\text{fotovoltaica}} = 6,80 \text{ kW} - \text{h/día}$$

Por lo tanto, la Energía Real será:

$$E_{\text{fotovoltaica a producir}} = \frac{E_{\text{fotovoltaica}}}{R}$$

Donde R

$$R = 1 - [(1 - K_b - K_c - K_v) K_a N / P_d] - K_c - K_b - K_v$$

Los siguientes valores se tienen en cuenta para los coeficientes de pérdida:

$$K_a: 0,005$$

$$K_b: 0,05$$

$$K_i: 0,05$$

K_j : 0,5

P_d : 0,8

N : 4,5

Con lo cual se obtiene un valor de $F=0,826$

Ahora sustituyendo resulta que la energía real es:

$$E_{\text{foltovoitaica a producir}} = \frac{6,78}{0,826} = 8,2 \text{ kW.h}$$

Finalmente calcularemos la energía Real a Distribuir con la Central Fotovoltaica (L_{md})

$$L_{md} = \frac{L_{md,DC} + \frac{L_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{\eta_{bat} \cdot \eta_{con}}$$

Donde:

$L_{md} = 8,2 \text{ kW-h/día}$

$\eta_{inv} = 0,95$

$\eta_{bat} = 0,95$

$\eta_{conv} = 1$

$$L_{md} = 9,1 \text{ kW.h/día}$$

B.- Cantidad total de paneles necesarios:

$$N_{mod} = \frac{L_{md}}{P_{MP} \cdot HSP_{crit} \cdot PR}$$

Dónde:

HPS_{CRIT} : Hora Solar Pico Crítica: 5,11

PR : Eficacia de cada Panel: 0,75

L_{med} : Energía a Distribuir Real: 9,1 kW-h/día

P_{MP} : Potencia Pico de cada panel: 300 W

$$N_{mod} = 8 \text{ paneles}$$

Tabla 21: Características eléctricas del módulo fotovoltaico

Module power (Pmax)	W	300
Open circuit voltage (Voc)	V	45.05
Short circuit current (Isc)	A	8.74
Maximum power voltage (Vmpp)	V	36.49
Maximum power current (Impp)	A	8.23
Module efficiency	%	15.48

Fuente: Catálogo FUTURASUN

C.- Número de ramas en serie :

$$\# \text{ de paneles conectados en serie } (N_{mserie}) = \frac{\text{Tensión de operación } (V_T)}{\text{Voltaje del panel } (V_{panel})}$$

El voltaje de operación será de 12 V

$$N_{mserie} = 12 / 12$$

$$N_{mserie} = 1$$

D.- Número de ramas paralelas

$$\# \text{ de ramas paralelas } (N_{rparalelo}) =$$

$$\frac{\text{Cantidades de paneles } (N_{paneles})}{\text{Cantidad de panele en serie } (N_{mserie})}$$

$$N_{Pmf} = 8$$

E.- Angulo de inclinación óptimo:

Se obtiene:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |\varphi|)$$

Para:

β_{opt} : Ángulo óptimo de inclinación

$|\varphi|$: Latitud del lugar sin signo

Latitud: -6.82849500000

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69 \times |-6,828495^\circ|)$$

$$\beta_{opt} = 8,34^\circ$$

Por lo tanto, se optará por considera 10 grados.

F.- Selección del banco de baterías

Primero calcularemos la capacidad mínima del banco de baterías.

$$C_T = (E_{\text{entregado a la carga}} \times N_{\text{autonomia}}) / (V_T \times P_D)$$

Donde:

C_T = Mínima Capacidad del banco de baterías, en Ah.

$N_{\text{autonomia}} = 4$.

$P_D = 0,7$.

$V_T = 12 \text{ V}$.

$E_{\text{entregado a la carga}} = 9,11 \text{ kW.h}$

$$C_T = (2 \times 22880) / (0,7 \times 12)$$

$$C_T = 4043 \text{ Ah}$$

Recomendamos las baterías Formula Star 12V 260Ah, ya que tienen una marca reconocida, además tienen una amplia comerciabilidad.

Número de baterías conectadas en serie:

$$N_{S \text{ bat.}} = V_T / V_{\text{bat.}}$$

Para:

$N_{S \text{ bat.}}$ = Cantidad de baterías en conexión serie.

$V_{\text{bat.}}$ = Voltaje nominal de la batería (V).

V_T = Voltaje de trabajo del sistema fotovoltaico (V).

$$N_{S \text{ bat.}} = 12/12$$

$$N_{S \text{ bat.}} = 1 \text{ batería}$$

Cantidad de baterías en conexión paralelo:

$$N_{P \text{ bat.}} = C_T / C_{\text{bat.}}$$

Para:

$N_{P \text{ bat.}}$ = Cantidad de acumuladores en conexión en paralelo.

$C_{\text{bat.}}$ = Capacidad individual de una batería (Ah).

C_T = Capacidad total del banco de baterías (Ah).

$$N_{P \text{ bat.}} = 4043 / 260$$

$$N_{P \text{ bat.}} = 16$$

Del resultado consideraremos 16 baterías de 12 V.

G.- Selección del Alternador

Para calcular la potencia requerida del inversor, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Potencia de ingreso del alternador} = \frac{1,2 \times \text{Capacidad Instalada de carga}}{\text{Rendimiento del alternador}}$$

$$\text{Potencia de ingreso al alternador} = \frac{1,2 \times 2,4}{0,95} = 3,0 \text{ kW}$$

Se seleccionará un alternador de la marca CHANGI, de 3000 W Inversores de CC DC 12 V / 24 V a CA 220 V.

4.3.3. Selección del Sistema de Distribución de 220 V

Para escalar las redes eléctricas de distribución, seguiremos la D.G.E. Conocimientos básicos de diseño de fuentes y grillas.

A.- Cálculos justificativos para seleccionar los componentes

Cálculo Eléctrico

Variación de la tensión máxima permitida:

$$\Delta V = K * I * L * 10^{-3}$$

Para:

K : Factor de variación de la tensión

I : Corriente en (A)

L : Longitud del tramo en (m)

Circuito I

Cargas de los abonados (KW)

Domestico : 1,200 kW

Conductor : 2 x 16/25

Potencia Luminaria : 0,06 kW

Factor de simultaneidad : 0,958

Porcentaje de caída de tensión: 1,02%

Tabla 22: Circuito I – Variación de la Tensión

CIRCUITO I											
Punto	Lotes	Carga Especial	Luminaria	Potencia	Σ Potencia	K	Longitud	Corriente	ΔV	Σ ΔV	ΔV%
0	0	0	0	0,000	0,887	3,272	5,00	4,030	0,066	0,066	0,03%
1	0	0	0	0,000	0,887	3,272	29,29	4,030	0,386	0,452	0,21%
1,1	1	0	0	0,192	0,887	3,272	39,13	4,030	0,516	0,968	0,44%
1,2	0	0	0	0,000	0,695	3,272	41,71	3,159	0,431	1,399	0,64%
1,3	1	0	1	0,252	0,695	3,272	31,60	3,159	0,327	1,726	0,78%
1,4	0	0	0	0,000	0,443	3,272	41,66	2,015	0,275	2,001	0,91%
1,5	2	0	1	0,443	0,443	3,272	35,61	2,015	0,235	2,236	1,02%

Fuente: Elaborado por el autor

Circuito II

Cargas de los abonados (KW)

Domestico : 1,200 kW

Conductor : 2 x 16/25

Potencia Luminaria : 0,06 kW

Factor de simultaneidad : 0,958

Porcentaje de caída de tensión: 1,50%

Tabla 23: Circuito II – Variación de la Tensión

CIRCUITO II											
Punto	Lotes	Carga Especial	Luminaria	Potencia	Σ Potencia	K	Longitud	Corriente	ΔV	Σ ΔV	ΔV%
0	0	0	0	0,000	1,270	3,272	5	5,773	0,094	0,094	0,04%
1	0	0	0	0,000	1,270	3,272	29,290	5,773	0,553	0,647	0,29%
2	1	0	1	0,252	1,270	3,272	42,580	5,773	0,804	1,451	0,68%
3	1	0	0	0,192	1,018	3,272	46,120	4,629	0,699	2,150	0,98%
4	1	0	1	0,252	0,827	3,272	39,210	3,758	0,482	2,632	1,20%
5	1	0	0	0,192	0,575	3,272	22,490	2,614	0,192	2,824	1,28%
6	1	0	0	0,192	0,383	3,272	40,480	1,742	0,231	3,055	1,39%
7	0	0	0	0,000	0,192	3,272	39,530	0,871	0,113	3,168	1,44%
7	1	0	0	0,192	0,192	3,272	46,530	0,871	0,130	3,298	1,50%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Cálculos Mecánicos Conductor tipo 2 x16/25

CALCULOS MECÁNICOS		
DATOS DE CONDUCTOR		
TIPO 2x16/25		
N° de alambres	-	7
Seccion	mm ²	25
Diametro Exterior	mm	16,5
Esfuerzo de rotura	N/mm ²	295,8
Masa total	kg /m	0,249
Peso total	N/m	2,4402
Coefic. Dilatación lineal a 20 °C	1/°C	0,000021
Módulo de elasticidad final	N /mm ²	60820

Fuente: Elaboración Propia

Vano equivalente

$$a_{equiv} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n a_i^3}{\sum_{i=1}^n a_i}}$$

Tabla 25: Vano Equivalente

a	a ³
5	125,0
29,29	25128,0
39,13	59914,2
41,71	72563,9
31,60	31554,5
41,66	72303,2
35,61	45156,0
42,580	77199,9
46,120	98099,7
39,210	60282,4
22,490	11375,4
40,480	66331,8
39,530	61770,4
45,530	94382,8
499,94	776187,4

Equivalente	Maximo
39,40	46,12

Hipótesis de Cálculo

Los resultados obtenidos al aplicar las hipótesis de cálculo son:

Tabla 26: Hipótesis de cálculo

HIPOSTESIS I				
	Vano	σ [N/mm ²]	To [N]	f [cm]
Equivalente	39,403	36,319	907,972	0,013
Maximo	46,120	37,624	940,607	0,017

HIPOSTESIS II				
	Vano	σ [N/mm ²]	To [N]	f [cm]
Equivalente	41,710	34,378	859,445	0,014
Maximo	46,120	38,883	972,065	0,025

HIPOSTESIS III				
	Vano	σ [N/mm ²]	To [N]	f [cm]
Equivalente	42,580	42,095	1052,369	0,011
Maximo	46,120	42,823	1070,571	0,013

Fuente: Elaboración Propia

Resumen de tensiones esfuerzos

Características de diseño de altura de columna de cuadrícula secundaria:

Tabla 27
Altura del Poste

ALTURA DEL POSTE				
Vanos	Flecha Max.	Distancia Min.	Hp	Resultados
39,40	0,01398	6	7,13	8
46,12	0,01699	6	7,14	8

Fuente: Elaborado por el autor

Retenidas - Cálculo mecánico

Tabla 28: Tiro máximo de retenidas

TIRO MAXIMO DE RETENIDAS SIMPLE (TR)		
DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tiro maximo del cable	3850	Kg
Coefficiente de seguridad	2	
TR	1925	Kg

FUERZA MAXIMA DE CONDUCTOR		
DATOS	CANTIDAD	UNIDAD
Tiroo maximo de la retenida	4850	Kg
Angulo de la con la vertical	30	°
Altura de la aplicación de retenida	6,5	m
Fp	2352,61194	Kg

CALCULO DE ANCLAJE		
PARAMETROS A CONSIDERAR	UNIDAD	CANTIDAD
Bloque de anclaje 0.4x0.4x0.2		m
varilla de anclaje (Comercial)	0,625	
Maximo tiro que soporta la retenida (Tr)	4850	Kg
Inclinacion de la varilla	30	°
Peso especifico del terreno (tierra media)	1545	Kg/m ³
Angulo de deslizamiento	50	°
V	1,569579288	m ³
h	1,415	
l	1,833901262	

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 29: Planilla de Metrados

#		POSTES				MATERIAL ELECTRO ACCESORIO														
ESTRUCTURA	TPO	S/200	S/300	GRAPA SUSP. ANG.	GRAPA ANG. CONCA	PORRO GANCHO 5/8" @/ANIL.	PORRO C 1/2" @/TUBERIA Y CONTRA E.	PORRO ALM. UNIP. @/TUB. 3/8"	CORREA PLAST.	PORRO C 5/8" @/TUBERIA y contr.	TUBO A OJO 5/8"	CONEX. DE RECOCC. DO NZXY 10 mm2	CONEC. BMT. TPO I	CONEC. BMT. TPO II	CONEC. BMT. TPO III	CONEC. TPO I	CONEC. TPO II	PLASTICO ACSIO 10 mm @/tubo	ANIL. CARG. 57 mm @/tubo 10	CINTA AUTOPUN.
TOTAL		10	20	10	30	10	0	0	50	21	0	0	0	0	0	3	0	0	50	0
SUBESTACION N° 01																				
1	E35	1			1				4	1										2
2	E35		2		1				4	1										2
3	E35	1		1		1			4											1
4	E45		1		2				5	1	1									2
5	E45		1		2				5	1	1									2
6	E35	1		1		1			4											1
7	E65		1		3				6	2	1					1				4
7.1	E35	1		1		1			4											1
7.2	E35		1	1	1	1			6	1						1				3
7.2.1	E35	1			1				4	1										2
7.3	E35	1		1		1			4											1
7.4	E35	1		1		1			4											1
7.5	E35	1		1		1			4											1
7.6	E35		2		1				4	1										2
7.7	E35	1		1		1			4											1
7.8	E35		1		1				4	1										2
8	E35		2		1				4	1										2
9	E35	1		1		1			4											1
10	E35	1		1		1			4											1
11	E35	1		1		1			4											1
12	E45		1		2				5	1	1									2
13	E35	1		1		1			4											1
14	E45				2				5	1	1									2
15	E35	1		1		1			4											1
16	E45		1		2				5	1	1									2
17	E35		2		1				4	1										2
18	E35	1		1		1			4											1
19	E35	1		1		1			4											1
20	E65		1		3				6	2	1					1				4
21	E45		1		2				5	1	1									2
22	E45	1			2				5	1	1									2
23	E35		2		1				4	1										2
24	E35	1		1		1			4											1
25	E35		1		1				4	1										2

ALUMBRADO PUBLICO							RETENDAS		PUESTA A TIERRA				N° POSTE		CONFIGURACION DE CONDUCT. (Km)				
CONEC. BMT. TIPO #	COND. DE RECOCCION NZKY 18 mm2	PORTA FUSIBLE UNIP. 220 V / 5A	CONEC. BMT. TIPO IV	ABRAZADERA FIJAC. PASTORAL	PASTORAL DE TUBO DIAM. 38mm	LUMINARIA CON LAMPARA DE	INCL.	VERT.	CONEC. BMT. TIPO #	COND. P.A.T Cu recooc. Cableado	CONEL. BRONCE PARA	SECTR. DE AC BRO RSCUBS Cu	TRAMO		1x18/25 (A)	1x18/25+18/25 (B)	2x18/25 (C)	2x18/25+18/25 (D)	2x18/25+18/25 (F)
4	4	4	4	8	4	4	17	0	8	01	8	8			0	0	0,4205	0,507	0
SUBESTACION N° 01																			
									1	10	1	1	1	2					0,03
							1							2	3				0,028
														3	4				0,028
							1							4	5				0,017
							1							5	6				0,035
														6	7				0,035
							1		1	10	1	1	7	7,1			0,0335		
														7,1	7,2				0,03
							1							7,2	7,2,1			0,0235	
																		0,03	
														7,2	7,3				0,03
														7,3	7,4				0,03
														7,4	7,5			0,0235	
							2		1	10	1	1	7,5	7,6			0,041		
														7,6	7,7			0,041	
							1							7,7	7,8				0,028
							1							7	8				0,024
														8	9				0,03
1	1	1	1	2	1	1								9	10				0,03
														10	11				0,03
1	1	1	1	2	1	1	2							11	12				0,03
									1	10	1	1		13	14				0,03
														14	15				0,03
1	1	1	1	2	1	1								15	16				0,03
							1							16	17				0,024
							1							17	18				0,038
1	1	1	1	2	1	1								18	19				0,03
									1	10	1	1		19	20				0,03
							1							20	21			0,021	
							1							21	22			0,0235	
														22	23			0,0235	
							1							23	24			0,035	
														24	25			0,035	
							1		1	10	1	1							

EST.	COMPONENTES CONEXIONES DOMICILIARIAS												
N°	CONEC. BMT. TIPO II	CONEC. BMT. TIPO I	MEDIDOR DE ENERGIA A CTIVA	CAJA MET. PORTA MEDIDOR	INTERRUPTOR TERMAG. BIPOLAR 5A. 220V	CURVA PLA ST. SAP 180°	TA RUGO DE CEDRO 13 mm x 60 mm	ARMELLA TIRA FONDO 3/8" X 60 mm L.	TEM PLADOR	TUBO PLA ST. PVC SAP 3/4"; 3m Long.	CONDUCCION. CONCENT. Cu 2x4mm2 c/A aislamiento	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	TUBO PLA ST. PVC SAP 3/4"; 4m Long.
	37	26	37	37	37	34	34	34	74	31	645	12	6
1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
3	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
4	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
6	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,1													
7,2													
	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,3													
7,4													
7,5	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
7,6	1		1	1	1				2		30	2	1
7,7	3		3	3	3	2	2	2	6	2	60	2	1
7,8	1		1	1	1				2		30	2	1
8													
9	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
10	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
11	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
12	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
13	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
14	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
15	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
16	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
17	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
18	2		2	2	2	2	2	2	4	1	45	2	1
19	2		2	2	2	2	2	2	4	1	45	2	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		
21													
22													
23	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	30		
24	2		2	2	2	2	2	2	4	1	45	2	1
25	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	15		

El equipamiento calculado concuerda con los componentes obtenidos por Poclín Mas, 2019, en su trabajo de investigación titulado “Implementación de Sistemas Fotovoltaicos, en Comunidades Aisladas de las Redes Eléctricas Convencionales en la Provincia de Bongará – Región Amazonas”.

4.4. Evaluación económica del sistema a diseñar

4.4.1. Presupuesto del sistema a instalar

La inversión que involucra el Sistema a instalar, es el siguiente:

Tabla 30: Presupuesto del Sistema a Instalar

E

Ítem	Descripción	Cantidad	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1,00	SUMINISTRO DE MATERIALES			53237,0
1,01	Panel Solar del tipo Monocristalino, Marca FUTURA SUN, de 300 Wp, 12 Voltios	8	750,0	6000,0
1,02	Batería Formula Star SOLAR, 12 V, 260 Ah	16	450,0	7200,0
1,03	Regulador MPPT 50C Atersa	1	2217,0	2217,0
1,04	Focos LED	42	35,0	1470,0
1,05	Inversor marca CHANGI, de 3000 W Inversores de CC DC 12 V / 24 V a CA 220 V	1	750,0	750,0
1,06	Soporte Panel Solar	8	350,0	2800,0
1,07	Sistema de Puesta a Tierra	8	250,0	2000,0
1,08	Sistema de Protección	8	100,0	800,0
1,09	Aerogenerador ENAIR 70PRO, 5 kW, 220 V	1	30000,0	30000,0
2,00	MONTAJE			8000,0
2,01	Montaje	1	8000,0	8000,0
3,00	TRANSPORTE			5000,0
3,01	Transporte	1	5000,0	5000,0
4,00	CAPACITACION			1000,0
4,01	Charlas de capacitación a beneficiarios	1	1000,0	1000,0
			Total	67237,0

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Presupuesto de la Red Eléctrica Secundaria

El presupuesto para las redes eléctricas secundarias es el siguiente:

Tabla 31: Suministro

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	COSTO (S/.)			
			MICROCENTRAL	TOTAL	UNITARIO	PARCIAL
1,00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO					
1,01	POSTE DE MADERA DE 8 m/2 000N	Und	0,00	0,00	368,00	0,00
1,02	POSTE DE MADERA DE 8 m/3 000N	Und	13,00	13,00	385,00	5.005,00
	SUB-TOTAL 1					5005,00
2,00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO					
2,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI 2x25 + 1x16 + NP25 mm ²	m	0,00	0,00	8,32	0,00
2,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI 2x16 + 1x16 + NP25 mm ²	m	0,00	0,00	6,51	0,00
2,03	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI 2x16 + NP25 mm ²	m	499,94	499,94	4,60	2.299,72
2,04	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI 1x16 + NP25 mm ²	m	0,00	0,00	5,35	0,00
	SUB-TOTAL 2					2299,72
3,00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES					
3,01	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO 25 A 35 m	Und	5,00	5,00	9,12	45,60
3,02	GRAPA DE ANCLAJE PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 25 mm ²	Und	3,00	3,00	9,55	28,65
3,03	CONECTOR AISLADO TIPO PERFORACION, PARA CONDUCTORES 25 Al 35 mm ² Y FASE AISLADA	Und	5,00	5,00	5,41	27,05
3,04	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	Und	10,00	10,00	0,32	3,20
3,05	CINTA AUTOFUNDANTE PARA EXTREMO DE CABLE	m	2,00	2,00	15,20	30,40
3,06	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO TIPO PERFORACION, P' CONDUCTORES Al 35mm ² /Cu 4-10mm	Und	5,00	5,00	5,41	27,05
3,07	CINTA AISLANTE	m	2,00	2,00	3,00	6,00
	SUB-TOTAL 3					167,95
4,00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE					
4,01	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO, Y CUBIERTA DE PVC	m	0,00	0,00	3,80	0,00
4,02	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO NZXY, BIPOLAR, CUBIERTA NEGRA	m	5,00	5,00	4,10	20,50
4,03	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DESNUDO DE 10 mm ²	m	2,00	2,00	5,43	10,86
	SUB-TOTAL 4					31,36
5,00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS					
	PASTORAL TUBO A"G 38 mm Ø, INT.; 300mm AVANCE HORIZ.; 720 mm ALTURA, Y 20"					
5,01	INCLINACION, PROVISTO DE 2 ABRAZADERAS DOBLES PARA POSTE DE CAC	Und	3,00	3,00	52,00	156,00
5,02	LUMINARIA COMPLETA CON EQUIPO PARA LAMPARA DE 50 W	Und	3,00	3,00	100,00	300,00
5,03	LAMPARA DE VAPOR DE SODIO DE ALTA PRESION DE 50 W	Und	0,00	0,00	24,65	0,00
5,04	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO TIPO PERFORACION, P' CONDUCTORES Al 16mm ² /Cu 4-	Und	4,00	4,00	7,40	29,60
	SUB-TOTAL 5					485,60
6,00	RETENIDAS Y ANCLAJES					
6,01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS-MARTIN, 10 mm Ø, 7 HILOS	m	2,00	2,00	3,36	6,72
6,02	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 203 mm x 16 mm Ø	Und	2,00	2,00	11,19	22,38
6,03	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO DE 13 mm Ø x 2,40 m PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO, TUERCA	Und	1,00	1,00	20,00	20,00
6,04	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102 x102 x5 mm, AGUJ.18 mm Ø	Und	2,00	2,00	4,34	8,68
6,05	AMARRE PREFORMADO DE A ⁶ G ⁶ PARA CABLES DE 10mm	Und	1,00	1,00	13,78	13,78
6,06	ARANDELA CUADRADA CURVA DE 57x57x5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	2,00	2,00	1,53	3,06
6,07	ALAMBRE DE A ⁶ G ⁶ Nº 12 PARA ENTORCHADO	m	2,00	2,00	0,63	1,26
6,08	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0,40 x 0,40 x 0,20 m	Und	13,00	13,00	25,50	331,50
6,09	CANALETA GUARDACABLE	Und	2,00	39,00	40,00	1.560,00
6,10	CONTRAPUNTA DE F ⁶ G ⁶ 51 mm f x 1 m, con ABRAZADERA PARTIDA, PLATINA 100 x 5 mm, 4 PE	Und	2,00	2,00	32,00	64,00
6,11	AISLADOR DE TRACCIÓN TIPO NUEZ ANSI 54-1	Und	2,00	2,00	11,50	23,00
	SUB-TOTAL 6					2054,38
7,00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS					
7,01	PERNO CON GANCHO, DE A ⁶ G ⁶ , DE 16 mm Ø x 203 mm PROVISTO DE ARANDELA FIJA, TUERCA	Und	2,00	2,00	9,70	19,40
7,02	PERNO CON GANCHO, DE A ⁶ G ⁶ , DE 16 mm Ø x 305 mm PROVISTO DE ARANDELA FIJA, TUERCA	Und	3,00	3,00	12,55	37,65
7,03	PERNO DE A ⁶ G ⁶ DE 13 mm Ø x 203 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	2,00	2,00	4,68	9,36
7,04	BREA LIQUIDA UNDERCOATING PARA PROTECCION BASE POSTE	Gln	1,00	1,00	28,00	28,00
7,05	TUERCA-OJAL DE A ⁶ G ⁶ , PARA PERNO DE 16 mm Ø	Und	3,00	3,00	7,04	21,12
7,06	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A ⁶ G ⁶ , 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	2,00	2,00	1,53	3,06
7,07	PORTALINEA UNIPOLAR DE A ⁶ G ⁶ , PROVISTO DE PIN DE 10 mm Ø	Und	1,00	1,00	0	0
	SUB-TOTAL 7					2110,19
8,00	ACOMETIDAS DOMICILIARIAS					
8,01	ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	Und	10,00	10,00	300,00	3.000,00
	SUB-TOTAL 8					3.000,00
9,00	PUESTA A TIERRA					
9,01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE DE 16mm Ø X 2,40 m	Und	2,00	2,00	23,00	46,00
9,02	CONECTOR DE BRONCE TIPOA AB	Und	2,00	2,00	7,58	15,16
9,03	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO TIPO PERFORACION, P' CONDUCTORES Al 25mm ² /Cu	Und	2,00	2,00	5,42	10,84
9,04	SAL ELECTROLITICA ECOLOGICA SIMILAR THORDEL	Und	2,00	2,00	23,00	46,00
9,05	CAJA CIRCULAR PARA PUESTA A TIERRA	Und	2,00	2,00	25,00	50,00
	SUB-TOTAL 9					168,00
	TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES (S/.)					13212,01

Fuente: Elaboración propia

Tabla 32: Montaje de Materiales

ITEM	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	UNID.	METRADO TOTAL CANT.	PRECIO UNIT. \$/.	TOTAL \$/.
1,00	OBRAS PRELIMINARES				
1,01	ESTUDIOS DE INGENIERIA DE LAS REDES SECUNDARIAS	Localid	0,00	153,00	0,00
1,02	REPLANTEO TOPOGRÁFICO, UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS E INGENIERÍA DE DETALLE DE LAS REDES SECUNDARIAS	Local	0,00	286,00	0,00
	SUB-TOTAL 1:				0,00
2,00	INSTALACIÓN DE POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 8 m				
2,01	TRANSPORTE DE POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO 8 m DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	u	13,00	11,69	151,97
2,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y conglomerado)	m3	3,00	11,35	34,05
2,03	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	m3	0,91	0,00	0,00
2,04	IZAJE, IDENTIFICACIÓN Y SEÑALIZACIÓN DE POSTE DE 8 m(*)	u	4,00	22,08	88,32
2,05	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE POSTE DE 8m	m3	1,50	30,00	45,00
	SUB-TOTAL 2:				319,34
3,00	INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
3,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y conglomerado)	m3	5,00	11,35	56,75
3,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	m3	0,65	0,00	0,00
3,03	INSTALACIÓN DE RETENIDA INCLINADA	u	0,00	16,11	0,00
3,04	INSTALACIÓN DE RETENIDA VERTICAL	u	5,00	17,32	86,60
3,05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE RETENIDA INCLINADA Y VERTICAL	m3	3,00	16,82	50,46
	SUB-TOTAL 3:				193,81
4,00	MONTAJE DE ARMADOS				
4,01	ARMADO TIPO E1/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	2,00	5,30	10,60
4,02	ARMADO TIPO E2/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	0,00	6,53	0,00
4,03	ARMADO TIPO E3/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	3,00	5,32	15,96
4,04	ARMADO TIPO E4/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	1,00	6,53	6,53
4,05	ARMADO TIPO E5/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	2,00	9,00	18,00
4,06	ARMADO TIPO E6/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	u	0,00	9,87	0,00
	SUB-TOTAL 4:				51,09
5,00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES COMPRENDE TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA DE :				
5,01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16+16+P25 mm ²	km	0,000	250,00	0,00
5,02	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 2X16+P25 mm ²	km	0,643	250,00	160,75
	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO 1X16+16+P25 mm ²		0,00	250,00	0,00
	SUB-TOTAL 5:				160,8
6,00	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA				
6,01	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO I (arcilloso y conglomerado)	m3	2,00	11,35	22,70
6,02	EXCAVACIÓN EN TERRENO TIPO II (rocoso)	m3	0,00	0,00	0,00
6,03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTE DE MADERA	u	0,00	11,82	0,00
6,04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	m3	2,00	17,02	34,04
	SUB-TOTAL 6:				56,74
7,00	PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS				
7,01	INSTALACIÓN DE PASTORAL DE A ³ G ⁸	u	3,00	6,48	19,44
7,02	INSTALACIÓN DE LUMINARIA Y LÁMPARA	u	3,00	11,00	33,00
	SUB-TOTAL 7:				52,44
8,00	ACOMETIDAS DOMICILIARIAS				
8,01	INSTALACIÓN DE ACOMETIDAS DOMICILIARIAS	u	10,00	150,00	1.500,00
	SUB-TOTAL 8:				1.500,00
9,00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:				
9,01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO	Loc	1,00	250,00	250,00
9,02	EXPEDIENTE TECNICO FINALES CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) DE REDES SECUNDARIAS, INCLUYE LA PRESENTACIÓN DIGITALIZADA DE L EXPEDIENTE EN UN CD	Loc	0,00	150,00	0,00
	SUB-TOTAL 9:				250,00
TOTAL MONTAJE ELECTROMECÁNICO				\$/.	2.584,17

Fuente: Elaborado por el autor

Tabla 33: Presupuesto de la Red Eléctrica

INVERSIÓN TOTAL (S/.)	
Suministro	13212,01
Montaje	2584,17
TOTAL (S/.)	15796,18

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Inversión Total

La inversión total será el siguiente:

Tabla 34: Total de la Inversión

TOTAL DE LA INVERSIÓN (S/.)	
Central Híbrida: Eólica - Fotovoltaica	67237,00
Red Secundaria	15796,18
TOTAL (S/.)	83033,18

Fuente: Elaborado por el autor

4.4.4. Costo del kW-h generado por la Central Híbrida

Para calcular el costo de generar 1 kW-h por la central híbrida, utilizaremos la siguiente fórmula:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{i + Mt}{(1 + r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E}{(1 + r)^t}}$$

Donde:

$i = 67\,237,00$ S/.

$E = 77\,179,48$ kW-h

$Mt = S/. 22\,601,00$

$r = 12\%$

Con lo cual obtenemos:

$$\text{LCOE} = \text{COSTO } 1,1640 \text{ S/. / kW-h}$$

4.4.5. Evaluación Económica

A.- Evaluación Económica a Precios Privados:

Tabla 35: Flujo de caja de la Inversión a precios económicos

FLUJO DE INGRESOS				FLUJO DE EGRESOS	
Año	Consumo de Energía (kW h)	Costo kWh S/.	Flujo de Ingresos S/.	Año	Flujo de Egresos S/.
0	0,00	0	S/. 0	0	83033,18
1	3608,15	1,164	4199,94	1	700,00
2	3632,99	1,164	4228,86	2	700,00
3	3658,09	1,164	4258,06	3	700,00
4	3683,43	1,164	4287,56	4	700,00
5	3709,03	1,164	4317,36	5	700,00
6	3734,88	1,164	4347,45	6	700,00
7	3760,99	1,164	4377,85	7	700,00
8	3787,37	1,164	4408,55	8	700,00
9	3814,00	1,164	4439,56	9	700,00
10	3840,91	1,164	4470,87	10	9301,00
11	3868,09	1,164	4502,51	11	700,00
12	3895,53	1,164	4534,46	12	700,00
13	3923,26	1,164	4566,73	13	700,00
14	3951,26	1,164	4599,32	14	700,00
15	3979,54	1,164	4632,24	15	700,00
16	4008,11	1,164	4665,49	16	700,00
17	4036,96	1,164	4699,08	17	700,00
18	4066,10	1,164	4733,00	18	700,00
19	4095,53	1,164	4767,26	19	700,00
20	4125,26	1,164	4801,86	20	700,00
			77179,48		
				22601,00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36: Evaluación Económica a precios privados

FLUJO DE EFECTIVO NETO			
Año	Valor	VNA	-58296,20
0	-83033,18	TIR	-2%
1	3499,94		
2	3528,86		
3	3558,06		
4	3587,56		
5	3617,36		
6	3647,45		
7	3677,85		
8	3708,55		
9	3739,56		
10	-4830,13		
11	3802,51		
12	3834,46		
13	3866,73		
14	3899,32		
15	3932,24		
16	3965,49		
17	3999,08		
18	4033,00		
19	4067,26		
20	4101,86		

B.- Evaluación Económica a Precios Sociales:

Tabla 37: Flujo de caja de la Inversión a precios sociales

FLUJO DE INGRESOS				FLUJO DE EGRESOS	
Año	Consumo de Energía (kW h)	Costo kWh S/.	Flujo de Ingresos S/.	Año	Flujo de Egresos S/.
				0	0,00
1	3608,15	1,164	4199,94	1	0,00
2	3632,99	1,164	4228,86	2	0,00
3	3658,09	1,164	4258,06	3	0,00
4	3683,43	1,164	4287,56	4	0,00
5	3709,03	1,164	4317,36	5	0,00
6	3734,88	1,164	4347,45	6	0,00
7	3760,99	1,164	4377,85	7	0,00
8	3787,37	1,164	4408,55	8	0,00
9	3814,00	1,164	4439,56	9	0,00
10	3840,91	1,164	4470,87	10	8601,00
11	3868,09	1,164	4502,51	11	0,00
12	3895,53	1,164	4534,46	12	0,00
13	3923,26	1,164	4566,73	13	0,00
14	3951,26	1,164	4599,32	14	0,00
15	3979,54	1,164	4632,24	15	0,00
16	4008,11	1,164	4665,49	16	0,00
17	4036,96	1,164	4699,08	17	0,00
18	4066,10	1,164	4733,00	18	0,00
19	4095,53	1,164	4767,26	19	0,00
20	4125,26	1,164	4801,86	20	0,00
			77179,48		
				8601,00	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 38: Evaluación Económica a precios sociales

FLUJO DE EFECTIVO	
Año	Valor
0	0,00
1	4199,94
2	4228,86
3	4258,06
4	4287,56
5	4317,36
6	4347,45
7	4377,85
8	4408,55
9	4439,56
10	-4130,13
11	4502,51
12	4534,46
13	4566,73
14	4599,32
15	4632,24
16	4665,49
17	4699,08
18	4733,00
19	4767,26
20	4801,86

VNA	29965,59
TIR	37%

Fuente: Elaboración Propia

IV. CONCLUSIONES

- De acuerdo al Estudio de Mercado Eléctrico la Energía Total y la Potencia a Suministrar al caserío Tucto, en el año 1 será de 3 608 kW-h y 2,059 kW y en año 20 será de 4 125 kW-h y 2,355 kW. Así mismo el consumo diario de energía será de 11,30 kW-h.
- Del análisis de Weibull, la radiación solar es 5,11 kWh/m² y la celeridad del viento es 4,86 m/s, valores que se utilizarán para diseñar el Sistema Híbrido: Eólica y Fotovoltaica para el caserío Tucto.
- El Sistema de generación eléctrica Híbrido Eólico – Fotovoltaico estará compuesto por un aerogenerador de ENAIR de 5 kW, así como 08 Paneles Fotovoltaicos del tipo Monocristalino, Marca FUTURA SUN, de 300 Wp, 12 Voltios, 16 Baterías Formula Star SOLAR, 12 V, 260 Ah, 01 Regulador MPPT 50C Atersa, 01 Inversor marca CHANGI, de 3000 W de CC DC 12 V a CA 220 V. Y una Red de Distribución de Energía Eléctrica de 220 V, con postes de CAC de 8 m y conductor autoportante de aluminio.
- El presupuesto que involucra el Sistema híbrido eólico – fotovoltaico y la Red de Distribución Eléctrica secundaria es de S/. 83033,18. El costo de la tarifa de generación es de 1,1640 S/./kW-h. De la evaluación económica a precios privados obtenemos un VAN de S/. -58296,20 y una TIR de -2% . De evaluación económica a precios sociales obtenemos un VAN de S/. 29965,59 y una TIR de 37%.
- Con lo cual se concluye que el diseño de propuesto que permita suministrar de energía eléctrica al caserío Tucto, distrito de Miracosta – Chota – Cajamarca, es viable técnicamente y económicamente a precios sociales.

V. RECOMENDACIONES

- Se recomienda evaluar la posibilidad de generar electricidad utilizando estiércol de ganado vacuno.
- Se deben realizar muestreos, mediciones y análisis de calidad de los factores ambientales afectados (agua, aire, ruido, vibraciones, campos magnéticos), asegurando el cumplimiento periódico de este programa. Una propuesta para un programa de monitoreo ambiental.

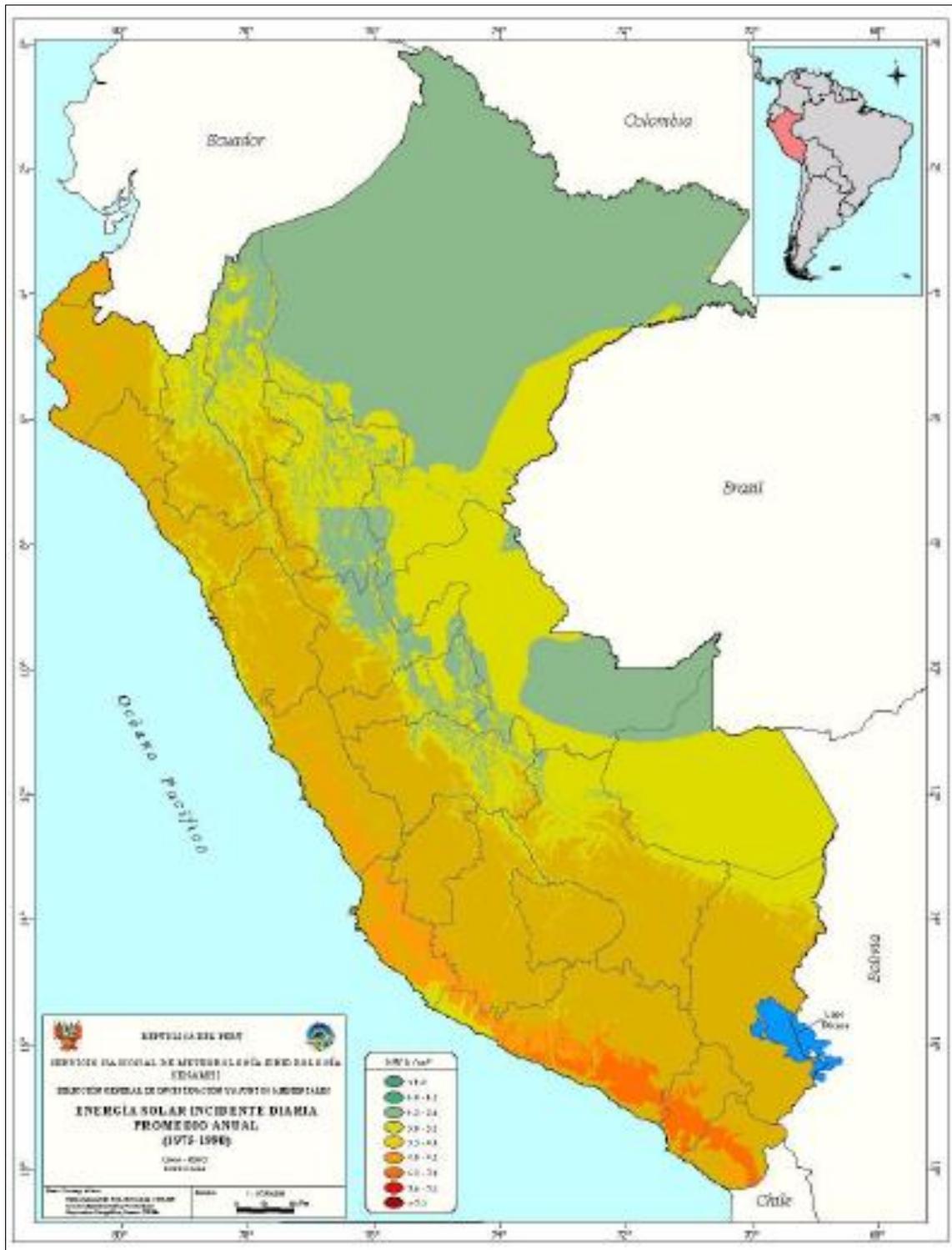
V. REFERENCIAS

- Amezquita Pardo, L. G. (2019). *Diseño de un sistema de energía híbrido (solar – eólico) para el soporte de las telecomunicaciones en el cerro Girasoles del Ejército Nacional de Colombia*. Colombia: Universidad de Piloto.
- Bravo Damián, V. Y. (2017). *Diseño de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de ingeniería electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Chercca Ramírez, J. A. (2014). *Aprovechamiento del Recurso Eólico y Solar en la Generación de Energía Eléctrica y la Reducción de Emisiones de CO2 en el Poblado Rural La Gramita de Casma*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- De La Cruz Cajo, M. A. (2019). *Dimensionamiento de un sistema híbrido eólico fotovoltaico para electrificar el caserío el Higuerón en Salas en el departamento de Lambayeque*. Lambayeque, Perú: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Filho, M. O. (2019). *Technical and economic viability of the installation of a hybrid solar-wind generation system in a Brazilian industry*. Paraná, Brasil: 2019.
- Galino, D. (2010). *Análisis energético de un sistema híbrido eólico-fotovoltaico en el sector típico iv utilizando el método de series sintéticas*. Perú: Universidad del Centro del Perú.
- Galvez Diaz, O. (2018). *Diseño de un sistema híbrido fotovoltaico-biodigestor de 15kW para generar energía eléctrica en el caserío Pósope Bajo-Pátapo*. Lambayeque: Universidad Santo Toribio de Mogrovejo.
- Huérfano Rodríguez, K. J., & Gómez Contreras, M. C. (2020). *DIMENSIONAMIENTO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO - SOLAR FOTOVOLTAICO PARA ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA INSTITUCIÓN LUIS CARLOS GALÁN DE CAZUCÁ, SOACHA*. Bogota, Colombia: UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS.
- Marcelo Aldana, M. D. (2014). *Análisis técnico-económico de un sistema híbrido de baja potencia eólico solar conectado a la red*. Piura: Universidad de Piura.
- Mas, P. (2019). *Implementación de Sistemas Fotovoltaicos, en Comunidades Aisladas de las Redes Eléctricas Convencionales en la Provincia de Bongará – Región Amazonas*. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo.
- Medrano, C., & Marlen., L. (2015). *Generación de energía con un sistema híbrido renovable para abastecimiento básico en vereda sin energización de Yopal - Casanare*. Colombia: Universidad de Santander.
- Muñoz, Y., Guerrero, J., & Ospino, A. (2014). *Evaluación de un Sistema híbrido de generación de energía renovable para un área remota de Colombia usando el software HOMER*. Bucaramanga, Colombia: Universidad Autónoma de Bucaramanga (UNAB).

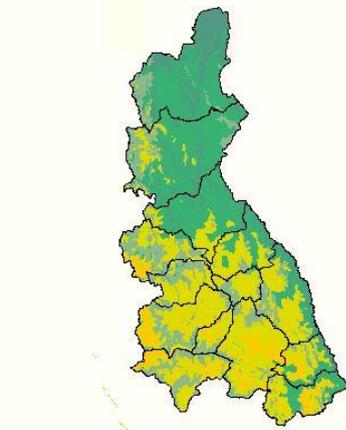
- Navarro Quintana, J. F. (2020). *Diseño de un sistema híbrido de energía renovable eólico fotovoltaico para satisfacer la demanda eléctrica del centro poblado Piedra Loza ubicado en el distrito de Salas provincia de Lambayeque en el departamento de Lambayeque*. Lambayeque: Universidad Cesar Vallejo.
- Pajares Espejo, M. G. (2017). *GENERACIÓN HÍBRIDA DE 2KW PARA EL CENTRO POBLADO LAGUNA HUANAMA EN EL DISTRITO DE SALAS*. Lambayeque: Universidad Señor de Sipán.
- Pisco Vanegas, J. C., & Torres Quijije, Á. I. (2021). *Diseño de un sistema híbrido aislado para abastecer a la Hacienda Queirolo*. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Salcedo O., C. (2011). *Sistema Híbrido Eólico-Fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Departamento de Turismo del Ilustre Municipio de Baños de Agua Santa*. Ecuador: Universidad de Ambato.
- Ubaldo Yancachajlla, T. (2021). *OPTIMIZACIÓN DE UN SISTEMA HÍBRIDO EÓLICO-FOTOVOLTAICO PARA UNA VIVIENDA RURAL AISLADA DE LA RED EN EL DISTRITO DE PAUCARCOLLA*. Puno: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.

ANEXOS

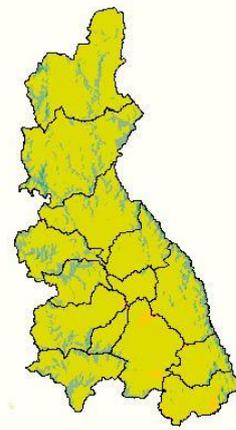
ANEXO 01



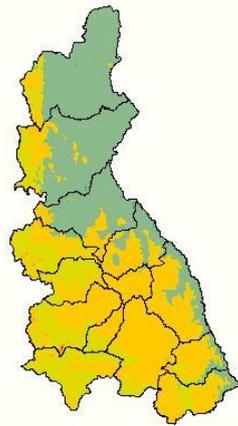
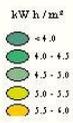
CAJAMARCA



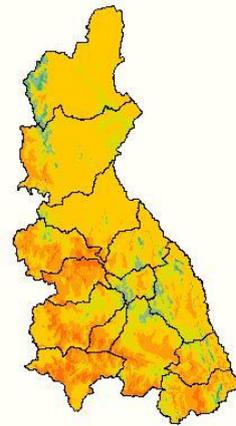
FEBRERO



MAYO



AGOSTO



NOVIEMBRE

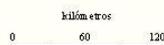
REPUBLICA DEL PERU

SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA
SENAMHI

DIRECCION GENERAL DE INVESTIGACION Y ASESORIA AMBIENTALES

ENERGÍA SOLAR INCIDENTE DIARIA
Departamento de Cajamarca
(1975-1990)

LIMA - PERU
ENERO 1993





Engineered
in Italy

NEW
5 BUSBAR

FU 300 / 305 / 310 / 315 / 320 / 325 / 330 P

Polycrystalline Photovoltaic Module - 72 Cells



GENERAL FEATURES

- **15-year product warranty**
- **High-efficiency cells** decrease ohmic losses and increase the yield
- **Tempered 3.2 mm safety glass** for optimal mechanical stability and transparency
- **High temperature resistance** (tested at 105° C for 200 hours)
- For installations **up to an altitude of 7000 m**
- Maximum **resistance against hail** (83 km/h)
- Quality control with **electroluminescence (EL) tests** on each module

CERTIFICATIONS

- > **IEC 61215:2016 - IEC 61730:2016 & Factory Inspection**
- > **Fire Resistance - Class 1**
- > **Salt Corrosion Resistance**
IEC 61701
- > **Ammonia Corrosion**
IEC 62716
- > **PID Test - Class A**
Potential Induced Degradation
- > **Dust and Sand Resistance**
IEC 60068-2-68

NEW

GUARANTEES

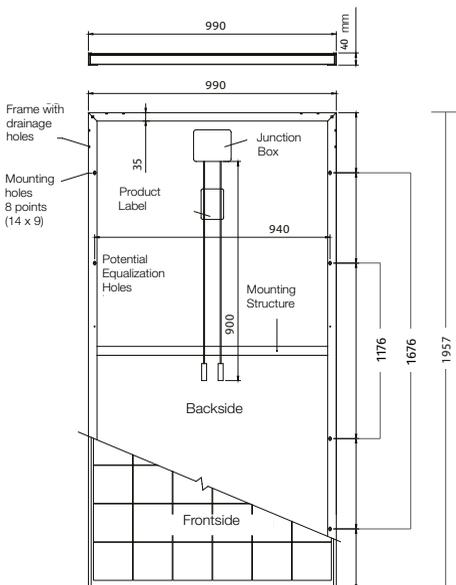
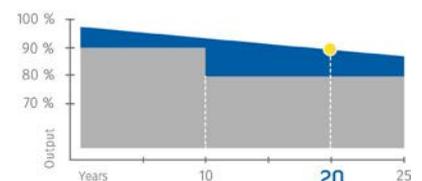
Performance guarantee

Max power decrease **0.5%/year**
 97% at the end of first year
90% at the end of 20th year **NEW**
 87% at the end of **25th year**

Product guarantee

15 YEARS **NEW**

■ Market standard performances
 ■ FuturaSun performances



Note: dimensions in mm
tolerance +/- 2 mm

ELECTRICAL DATA

MODULE		FU 300 P	FU 305 P	FU 310 P	FU 315 P	FU 320 P	FU 325 P	FU 330 P
<i>Standard Test Conditions STC: 1000 W/sqm - AM 1.5 - 25 °C - tolerance: Pmax (±3%), Voc (±4%), Isc (±5%)</i>								
Module power (Pmax)	W	300	305	310	315	320	325	330
Open circuit voltage (Voc)	V	45.05	45.4	45.70	46	46.30	46.6	46.9
Short circuit current (Isc)	A	8.74	8.80	8.85	8.91	8.97	9.02	9.07
Maximum power voltage (Vmpp)	V	36.49	36.80	37.10	37.42	37.75	38.01	38.35
Maximum power current (Impp)	A	8.23	8.3	8.37	8.43	8.5	8.56	8.63
Module efficiency	%	15.48	15.74	16.00	16.26	16.52	16.77	17.03

Nominal Module Operating Temperature NMOT: 800 W/mq - T=45 °C - AM 1.5

Module power (Pmax)	W	219.54	223.20	226.86	230.52	234.18	237.84	241.49
Open circuit voltage (Voc)	V	41.36	41.68	41.96	42.23	42.51	42.78	43.06
Short circuit current (Isc)	A	7.18	7.23	7.27	7.32	7.37	7.41	7.45
Maximum power voltage (Vmpp)	V	33.05	33.33	33.6	33.89	34.19	34.43	34.73
Maximum power current (Impp)	A	6.65	6.70	6.76	6.81	6.87	6.91	6.97

TEMPERATURE RATINGS

Temperature coefficient Isc	%/°C	0.0474
Temperature coefficient Voc	%/°C	-0.285
Temperature coefficient Pmax	%/°C	-0.37
NMOT*	°C	45
Operating temprature	°C	from -40 to +85

* Nominal Module Operating Temperature

MECHANICAL SPECIFICATIONS

Dimensions	1957 x 990 x 40 mm
Weight	22.5 kg
Glass	Tempered, transparent, 3.2 mm
Cell encapsulation	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Cells	72 polycrystalline cells 156.75x156.75 mm
Backsheet	Composite multilayer film
Frame	Anodized aluminium frame with mounting and drainage holes
Junction box	Certified according to IEC 62790, IP 68 approved
Cables	Solar cable, length 900 mm (1500 mm upon request) assembled with MC4-combinable plugs
Maximum reverse current (Ir)	20 A
Maximum system voltage	1000 V (1500 V on request)
Maximum load (wind/snow)	5400 Pa (including safety factor 1.5)
Protection Class	II - accordance to IEC 61730

Authorized Dealer



FuturaSun srl

Riva del Pasubio, 14 - 35013 Cittadella - Italy
Tel + 39 049 5979802 Fax + 39 049 0963081
www.futurasun.com - info@futurasun.it

FORMULA STAR



FORMULA STAR MARINA | SOLAR

Formula Star
MARINA

Formula Star MARINA

- Reducida autodescarga
- Menor sensibilidad a las sobrecargas imprevistas
- **Filtro antillama**, desgasificación central

- Baterías **selladas, Antiderrames.**
- Tecnología **Calcio-Calcio**, Libre mantenimiento
- **Placas y separadores especiales**

Formula Star
SOLAR

Formula Star SOLAR

- Totalmente Libre de Mantenimiento
- **Placas y separadores especiales**
- **Alta resistencia a profundos y continuos ciclos de carga y descarga**

- Sistema de regulación por válvula con supresor de llama
- Larga Vida en servicio, Reducida autodescarga
- Baterías Hermética Estacionaria
(diseñada para instalaciones fotovoltaicas)

FS MARINA	Modelo	V	Capacidad Ah C20	Intensidad -18°C (EN)	Medidas max. (mm)			Precio BASE	Código AMP	Enero 2017	
					Largo	Ancho	Alto			AMP	P.V.P.
12 MESES GARANTÍA											
MARINA											
	FS 60 MARINA	12	60	535	242	175	190	82,30	G12E	9,50	91,80
	FS 75 MARINA	12	74	670	278	175	190	100,60	G12F	11,75	112,35
	FS 100 MARINA	12	95	790	353	175	190	131,20	G12H	15,75	146,95
	FS 145 MARINA	12	145	800	513	189	223	211,40	G12K	22,75	234,15
	FS 185 MARINA	12	185	1.000	513	223	223	242,30	G12L	28,25	270,55
	FS 230 MARINA	12	230	1.150	518	276	242	305,60	G12M	36,25	341,85

FS SOLAR	Modelo	V	Capacidad Ah C100	Medidas max. (mm)			Precio BASE	Código AMP	Enero 2017		
				Largo	Ancho	Alto			AMP	P.V.P.	
12 MESES GARANTÍA											
SOLAR											
	FS 70 SOLAR	12	66	242	175	190	83,90	G12F	11,75	95,65	
	FS 80 SOLAR	12	80	278	175	190	102,60	G12G	14,00	116,60	
	FS 110 SOLAR	12	105	353	175	190	133,70	G12H	15,75	149,45	
	FS 155 SOLAR	12	155	513	189	223	215,50	G12L	28,25	243,75	
	FS 200 SOLAR	12	200	513	223	223	249,30	G12L	28,25	277,55	
	FS 260 SOLAR	12	260	518	276	242	311,50	G12M	36,25	347,75	

El Ajuste de Materia Prima cambiará mensualmente.

Inversores Phoenix

1200VA - 5000VA (por módulo)

www.victronenergy.com


Phoenix Inverter
24/5000

SinusMax – Diseño superior

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.

Potencia prácticamente ilimitada gracias al funcionamiento en paralelo y trifásico.

Hasta 6 unidades del inversor pueden funcionar en paralelo para alcanzar una mayor potencia de salida. Seis unidades 24/5000, por ejemplo, proporcionarán 24 kW / 30 kVA de potencia de salida. También es posible su configuración para funcionamiento trifásico.

Transferencia de la carga a otra fuente CA: el conmutador de transferencia automático

Si se requiere un conmutador de transferencia automático, recomendamos usar el inversor/cargador MultiPlus en vez de este. El conmutador está incluido en este producto y la función de cargador del MultiPlus puede deshabilitarse. Los ordenadores y demás equipos electrónicos continuarán funcionando sin interrupción, ya que el MultiPlus dispone de un tiempo de conmutación muy corto (menos de 20 milisegundos).

Interfaz para el ordenador

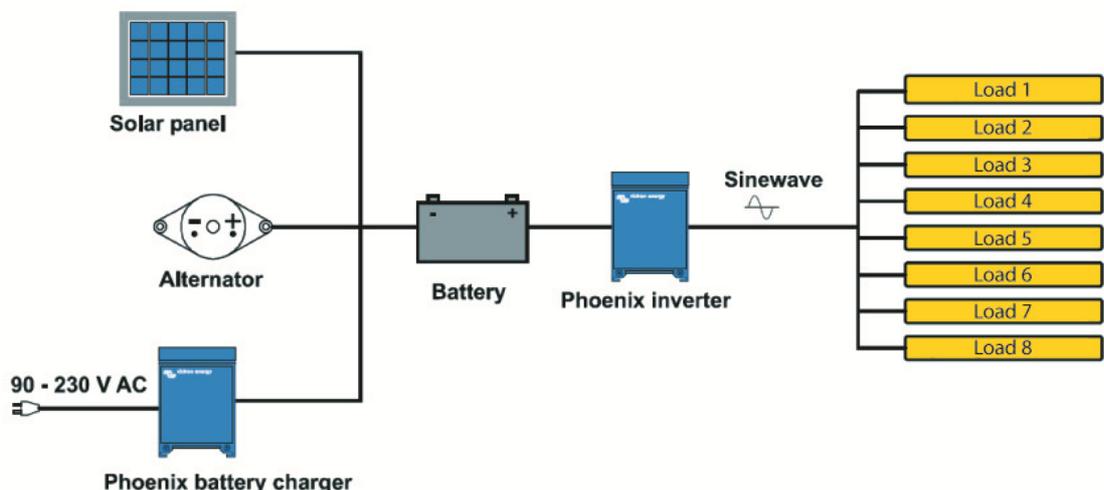
Todos los modelos disponen de un Puerto RS-485. Todo lo que necesita conectar a su PC es nuestro interfaz MK2 (ver el apartado "Accesorios"). Este interfaz se encarga del aislamiento galvánico entre el inversor y el ordenador, y convierte la toma RS-485 en RS-232. También hay disponible un cable de conversión RS-232 en USB. Junto con nuestro software **VEConfigure**, que puede descargarse gratuitamente desde nuestro sitio Web www.victronenergy.com, 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. Los inversores también pueden conectarse a **VENet**, la nueva red de control de potencia de Victron Energy, o a otros sistemas de seguimiento y control informáticos.



Phoenix Inverter Compact
24/1600

Nuevas aplicaciones para inversores de alta potencia

Las posibilidades que ofrecen los inversores de alta potencia conectados en paralelo son realmente asombrosas. Para obtener ideas, ejemplos y cálculos de capacidad de baterías, le rogamos consulte nuestro libro "Electricity on board" (electricidad a bordo), disponible gratuitamente en Victron Energy y descargable desde www.victronenergy.com.



Inversor Phoenix	C12/1200 C24/1200	C12/1600 C24/1600	C12/2000 C24/2000	12/3000 24/3000 48/3000	24/5000 48/5000
Funcionamiento en paralelo y en trifásico	Sí				
INVERSOR					
Rango de tensión de entrada (V DC)	9,5 – 17V 19 – 33V 38 – 66V				
Salida	Salida: 230V ± 2% / 50/60Hz ± 0,1% (1)				
Potencia cont. de salida 25 °C (VA) (2)	1200	1600	2000	3000	5000
Potencia cont. de salida 25 °C (W)	1000	1300	1600	2500	4500
Potencia cont. de salida 40 °C (W)	900	1200	1450	2200	4000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficacia máx. 12/ 24 / 48 V (%)	92 / 94	92 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10	8 / 10	9 / 11	15 / 15 / 16	25 / 25
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8	5 / 8	7 / 9	10 / 10 / 12	20 / 20
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3	2 / 3	3 / 4	4 / 5 / 5	5 / 6
GENERAL					
Relé programable (3)	Sí				
Protección (4)	a - g				
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema				
On/Off remoto	Sí				
Características comunes	Temperatura de funcionamiento: -20 a +50°C (refrigerado por ventilador) Humedad (sin condensación): Máx. 95%				
CARCASA					
Características comunes	Material y color: aluminio (azul RAL 5012) Tipo de protección: IP 21				
Conexiones de la batería	cables de batería de 1,5 metros se incluye		Pernos M8	2+2 Pernos M8	
Conexiones 230 V CA	Enchufe G-ST18i		Abrazadera-resorte	Bornes atornillados	
Peso (kg)	10		12	18	30
Dimensiones (al x an x p en mm.)	375x214x110		520x255x125	362x258x218	444x328x240
NORMATIVAS					
Seguridad	EN 60335-1				
Emisiones / Inmunidad	EN 55014-1 / EN 55014-2				
Directiva de automoción	2004/104/EC	2004/104/EC		2004/104/EC	
1) Puede ajustarse a 60 Hz, y a 240 V. 2) Carga no lineal, factor de cresta 3:1 3) Relé programable que puede configurarse en alarma general, subtensión de CD o como señal de arranque de un generador (es necesario el interfaz MK2 y el software VEConfigure) Capacidad nominal CA 230V / 4A Capacidad nominal CC 4 A hasta 35VDC, 1 A hasta 60VDC	4) Protección: a) Cortocircuito de salida b) Sobrecarga c) Tensión de la batería demasiado alta d) Tensión de la batería demasiado baja e) Temperatura demasiado alta f) 230 V CA en la salida del inversor g) Ondulación de la tensión de entrada demasiado alta				



Panel de Control para Inversor Phoenix

También puede utilizarse en un inversor/cargador MultiPlus cuando se desea disponer de un conmutador de transferencia automático, pero no de la función como cargador. La luminosidad de los LED se reduce automáticamente durante la noche.



Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varias interfaces disponibles:

- **Convertidor MK2.2 VE.Bus a RS232**
Se conecta al puerto RS232 de un ordenador (ver "Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor MK2-USB VE.Bus a USB**
Se conecta a un puerto USB (ver Guía para el VEConfigure")
- **Convertidor VE.Net a VE.Bus**
Interfaz del VE.Net (ver la documentación VE.Net)
- **Convertidor VE.Bus a NMEA 2000**
- **Victron Global Remote**
El Global Remote de Victron es un módem que envía alarmas, avisos e informes sobre el estado del sistema a teléfonos móviles mediante mensajes de texto (SMS). También puede registrar datos de monitores de baterías Victron, Multi, Quattro e inversores en una web mediante una conexión GPRS. El acceso a esta web es gratuito.
- **Victron Ethernet Remote**
Para conectar a Ethernet.

Monitor de baterías BMV

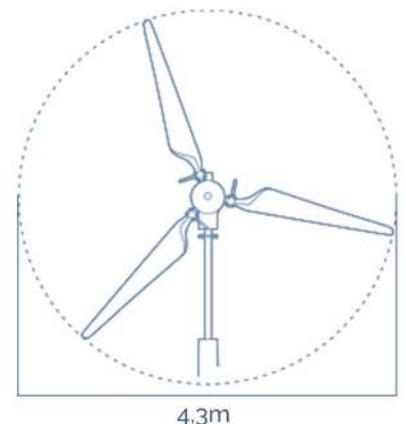
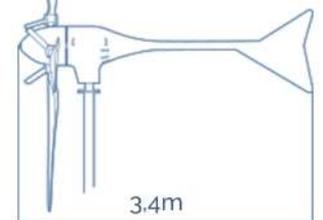
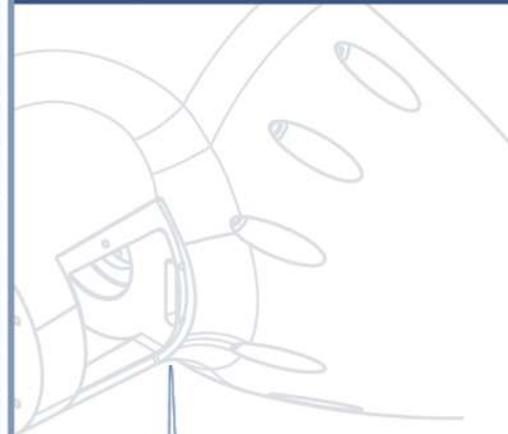
El monitor de baterías BMV dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de medición de alta resolución de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la fórmula Peukert, para determinar exactamente el estado de la carga de la batería. El BMV muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos o tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería.

Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de baterías).

Con una velocidad de viento medio situado en la nominal de 11m/s el modelo Enair 70PRO es capaz de generar más de 70kWh/día

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS, ELÉCTRICAS Y DE FUNCIONAMIENTO

Numero de palas	3
Material de palas	Fibra de vidrio con resinas y núcleo de poliuretano
Generador	250rpm nominales imanes de neodimio
Potencia	5500W
Potencia Nominal	4000W (según IEC 61400-2)
Tensión	24/48/220V
Clase de viento	CLASS I-IEC 61400-2/NVNI-A
Diámetro	4.30m
Sentido de Giro	Horario
Área de barrido	14.5m ²
Peso	165kg
Aplicaciones	Carga de baterías 24 o 48V y conexión a red
Viento de arranque	2m/s
Velocidad nominal	11m/s
Vel. regulación paso variable	12m/s
Velocidad de supervivencia	60m/s
Rango de generación eficiente	De 2 a 60m/s
Tipo	Rotor de eje horizontal a barlovento
Orientación	Sistema pasivo con timón de orientación
Control de potencia	Sistema de paso variable pasivo centrífugo con dos vel.
Transmisión	Directa
Freno	<ul style="list-style-type: none"> - Electromagnético por cortocircuito - Mecánico (opcional) - Aerodinámico mediante paso variable - Manual o automático por viento o por tensión de baterías
Controlador	Carga de baterías y conexión a red
Inversor eólico	Eficiencia 97%, algoritmo MPPT
Ruido	48dB Reducción al mínimo gracias al diseño de las palas y a las bajas revoluciones. 1% más que el ruido ambiente del viento
Protección anti-corrosión	Hermético, pintura epoxi de secado al horno de alta temperatura, generando un recubrimiento plástico
Torre	Celosía, presilla y tubular, abatibles o fijas, altura variable

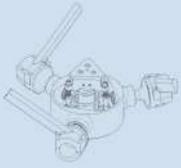


E30PRO Wind Turbine

FICHA TÉCNICA

PASO VARIABLE PASIVO

Tecnología patentada para maximizar la producción de energía. Es un sistema mecánico que gracias a la fuerza centrífuga, modifica el ángulo de las palas y nunca se sobrepasan sus rpm de diseño.



Obteniendo:

- Menos ruido
- Más capacidad de absorber rachas de viento
- Más constancia en la generación
- Más energía con menos viento

CONTROL ELECTRÓNICO

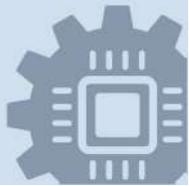
Sistema de gestión de la energía inteligente

Conexión de baterías:

7 tipos de baterías programables (litio, plomo, gel, etc.)
Cargador con pulsos de derivación a resistencias en caso de sobrecarga. Solo deriva el exceso que no puede cargar para proteger las baterías

Conexión a red:

Los inversores MPPT programados con la curva de potencia eólica maximizan la producción en todo momento. Compatibles con redes trifásicas y monofásicas en sistemas europeos y americanos



MAYOR ENERGÍA



MAYOR EFICIENCIA



MAYOR ROBUSTEZ



MAYOR SEGURIDAD

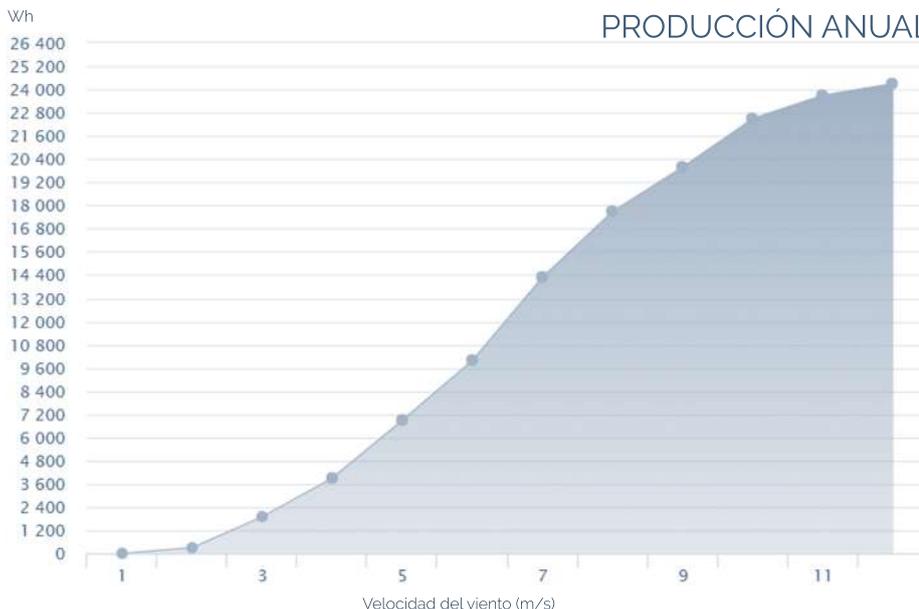
CLASS I WIND TURBINE

IEC 61400-2/NVI-A

CURVA DE POTENCIA



PRODUCCIÓN ANUAL



Minimo ruido

El ruido esta en torno a un 1% por encima del ruido ambiente siendo prácticamente inapreciable para nuestro oido.



Safety-Brake

Nuevo sistema de seguridad mecánica acoplada al eje que garantiza el frenado bajo las condiciones mas adversas, para vientos incluso mayores de 70m/s



Anticorrosivo

El uso de pintura epoxy lo convierte en un conjunto anticorrosivo y antisalino ideal para islas y costas



Anti-Icing and Hermetic

Uretano acrílico de resina estructural con una composición química antiadherente al hielo y de máxima resistencia para temperaturas de hasta -50°C. Sellado hermético



Storm-detection

Algoritmo inteligente de detección de tormentas y bloqueo de seguridad del aerogenerador totalmente automático combinado con el Safety-Brake



Remote-Control

Control combinado con el Venus de Victron que permite la marcha/paro del aerogenerador de forma remota



BBS (Battery Brake System)

Sistema inteligente que mide el nivel de carga de la batería y permite detener el aerogenerador cuando la batería llega a la tensión de consigna retomando la marcha cuando baja su carga

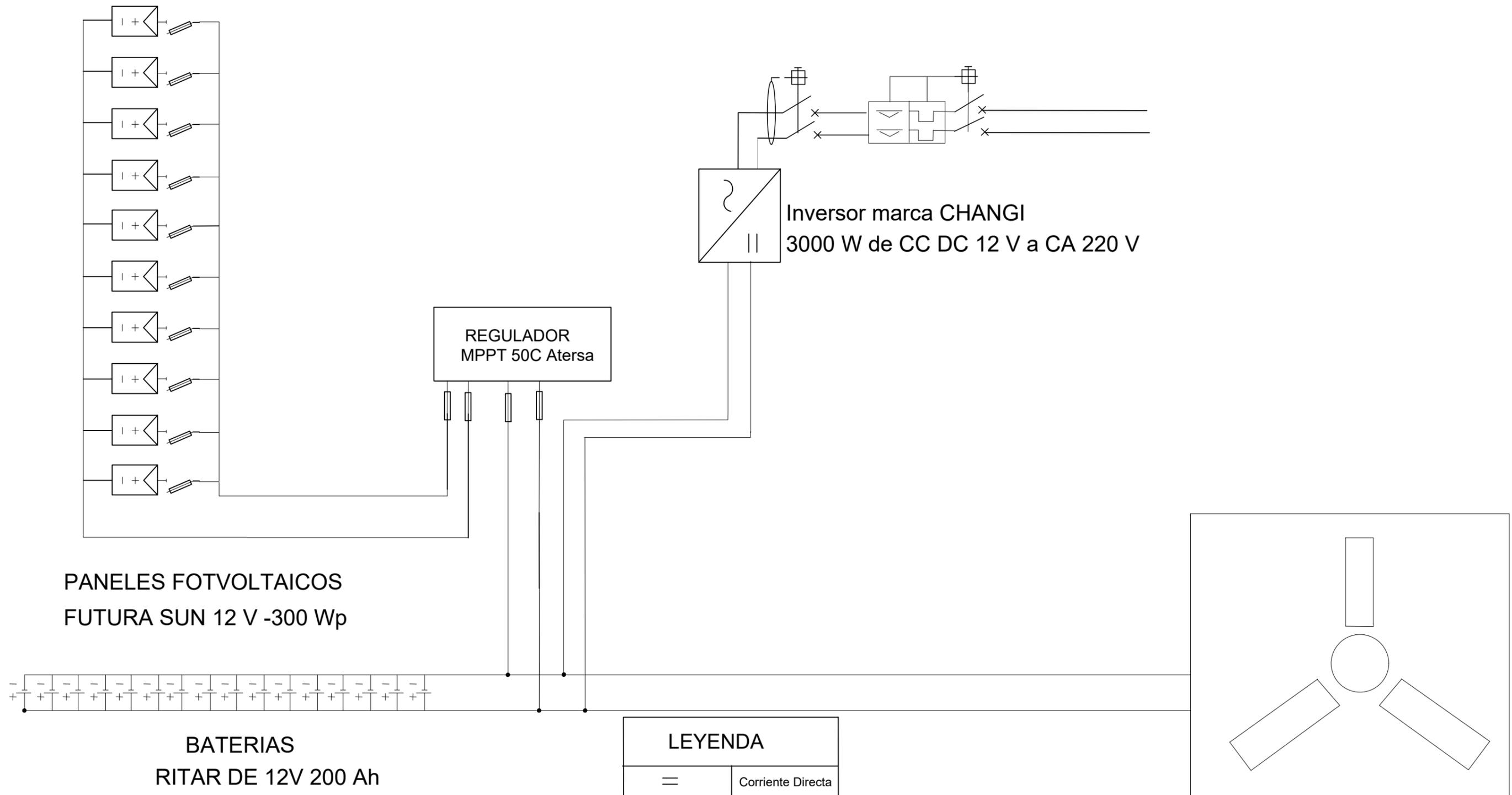


ANEXO 06

PARAMETROS Y FACTORES DE CAIDA DE TENSION PARA CABLES AUTOPORTANTES

FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE FASE (O/Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR DE ALUMBRADO PUBLICO (O/Km)		RESISTENCIA DEL CONDUCTOR NEUTRO (O/Km)		REACTANCIA INDUCTIVA (O/Km)		FACTOR DE CAIDA DE TENSION			CAPACIDAD DE CORRIENTE A 40 °C (A)	
	A 20 °C	A 40 °C	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)	Cond. Fase	Cond. A.P.
3x35+16/25	0,888	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,094	0,123	1,607	-	3,272	102	64
3x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,100	0,116	2,223	-	3,272	83	64
3x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,110	0,110	3,538	-	3,272	64	64
3x35/25	0,888	0,929	-	-	1,38	1,478	0,091	-	1,607	-	-	102	-
3x25/25	1,200	1,285	-	-	1,38	1,478	0,095	-	2,223	-	-	83	-
3x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	0,103	-	3,538	-	-	64	-
2x35+16/25	0,888	0,929	1,910	2,045	1,38	1,478	0,086	0,114		3,780	3,272	102	64
2x25+16/25	1,200	1,285	1,910	2,045	1,38	1,478	0,093	0,109		3,776	3,272	83	64
2x16+16/25	1,910	2,045	1,910	2,045	1,38	1,478	0,096	0,096	3,538	3,765	3,272	64	64
2x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,096	-	3,765	3,272	64	-
1x16/25	1,910	2,045	-	-	1,38	1,478	-	0,094	-		3,272	64	-

ANEXO 07



LEYENDA

	Corriente Directa
	Corriente Alterna
	Modulo Fotovoltaico
	Bateria
	Inversor
	Fusible
	Interruptor
	Interruptor diferencial
	Aerogenerador

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

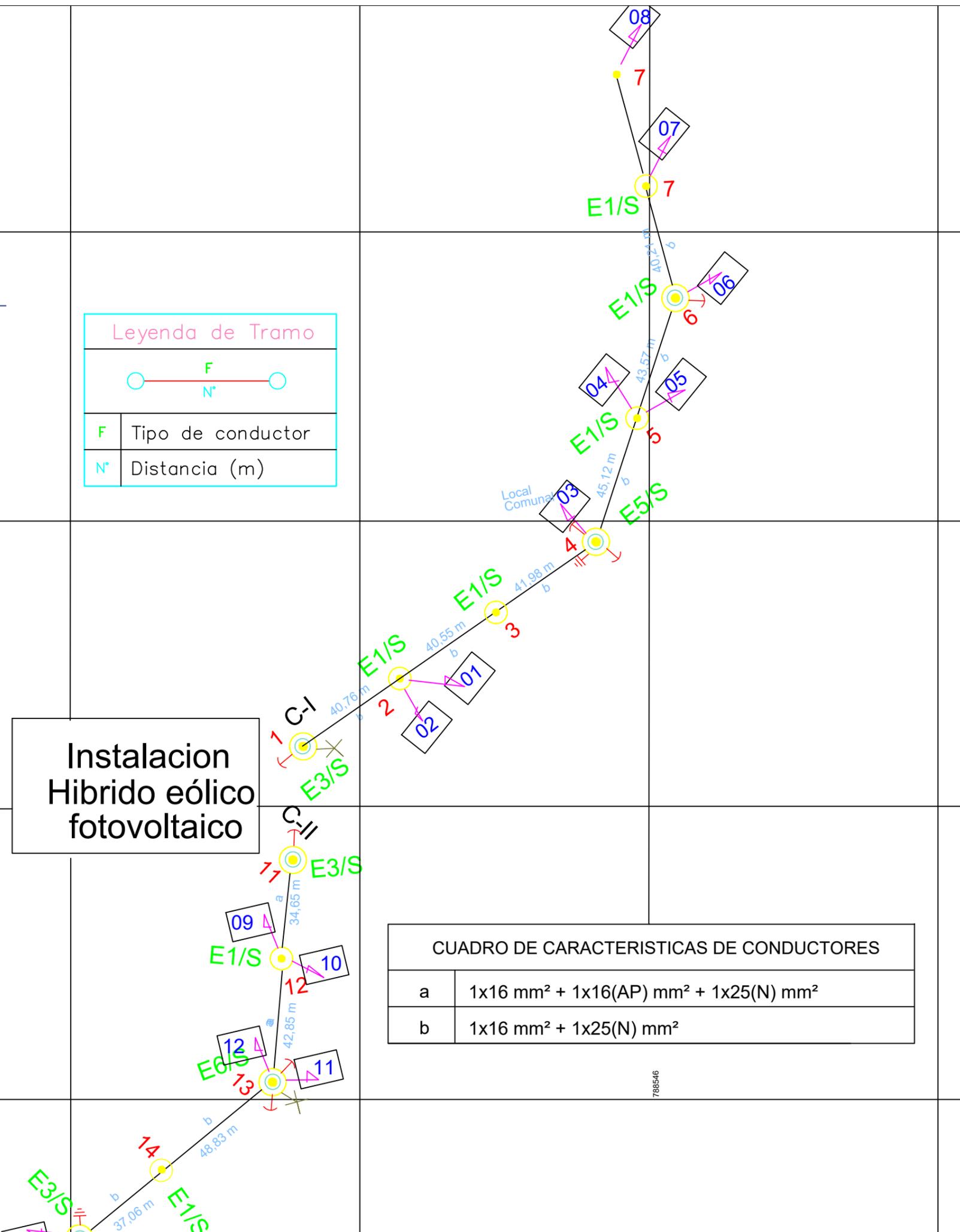
TESIS : DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO TUCTO DISTRITO DE MIRACOSTA - CHOTA - CAJAMARCA	UBICACION : CASERIO : TUCTO DISTRITO : MIRACOSTA PROVINCIA : CHOTA DPTO. : CAJAMARCA
PLANO : EQUIPAMIENTO DEL SISTEMA HIBRIDO	AUTOR: FIDEL CUBAS VÁSQUEZ CAD: FCV
FECHA : DICIEMBRE 2020	Nº DE PLANO : ESH-01

ANEXO 08



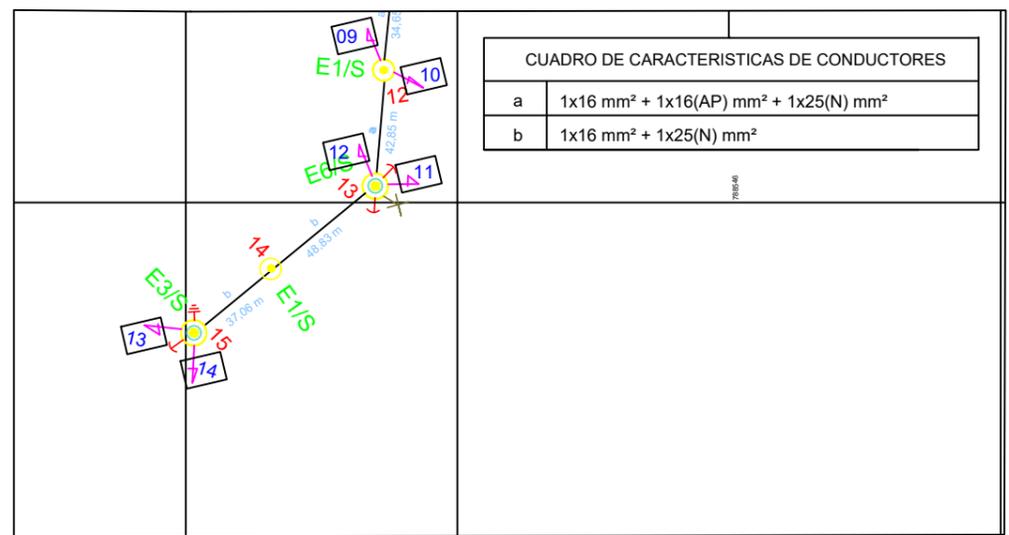
Leyenda de Tramo	
F	Tipo de conductor
N°	Distancia (m)

Instalacion
Hibrido eólico
fotovoltaico



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES	
a	1x16 mm ² + 1x16(AP) mm ² + 1x25(N) mm ²
b	1x16 mm ² + 1x25(N) mm ²

LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	POSTE DE C.A.C. 8m / 300Kg (PROYECTO)
	POSTE DE C.A.C. 8m / 200Kg (PROYECTO)
	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO
	POZO DE PUESTA A TIERRA CON VARILLA DE Cu. Ø 5/8" x 2.40 m.
	RETENIDA INCLINADA
	PASTORAL FºGº CON LÁMPARA DE 50W
	ACOMETIDA DOMICILIARIA
E1/S	ESTRUCTURA SUSPENSION EN ALINEAMIENTO
E3/S	ESTRUCTURA DE FIN DE LINEA
E4/S	ESTRUCTURA DE ANLAJE
E5/S	ESTRUCTURA DE DERIVACION
	VIVIENDA



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE CONDUCTORES	
a	1x16 mm ² + 1x16(AP) mm ² + 1x25(N) mm ²
b	1x16 mm ² + 1x25(N) mm ²

UNIVERSIDAD SEÑOR DE SIPAN
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

DIRECCIÓN DE ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA

TESIS : DISEÑO DE UN SISTEMA HIBRIDO EÓLICO FOTOVOLTAICO PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA AL CASERÍO TUCTO DISTRITO DE MIRACOSTA - CHOTA - CAJAMARCA	UBICACION : CASERIO : TUCTO DISTRITO : MIRACOSTA PROVINCIA : CHOTA DPTO. : CAJAMARCA
PLANO : Ubicación de la Central Híbrida y Red Secundaria	AUTOR: FIDEL CUBAS VÁSQUEZ FECHA : DICIEMBRE 2020 REVIZADO POR : FCV

Nº DE PLANO :
P-01

ANEXO 10

FORMATO DE ENCUESTA

LOCALIDAD: TUCTO

1. UBICACIÓN

1.1. Departamento: Cajamarca Provincia: Chota Distrito: Miracosta

1.2. Región: Cajamarca 1.3. Este (utm): 1.4. Norte (utm):

1.5. Altitud: m.s.n.m. 1.6. Área localidad: km² 1.7. Temperatura Promedio:

2. POBLACION

2.1. Número Total de Viviendas de la localidad 13

2.2. Número Total de Habitantes 43 2.3. Número Total de Habitantes mayores de 15 años

3. COMUNICACIONES

3.1. ¿Qué medio utiliza para comunicarse con la capital de su distrito?

Camino de Herradura Río

Carretera Otro (Especifique

3.2. ¿Qué distancia y qué tiempo hay entre su localidad con:

La capital del distrito : km 30 horas

La capital de la provincia : km horas

3.3. Acceso a la localidad (desde la ciudad más próxima)

Desde	Hasta	Tiempo (Hr)	Distancia (Km)	Medio Transporte	Frecuencia
<u>Incahuasi</u>	<u>Tucto</u>	<u>3 horas</u>	<u>30 km</u>	<u>A pie</u>
.....

3.4. Su localidad cuenta con servicios de:

Tenencia Gobernación

Club de Madres Internado P.N.P. Televisión

Local Comunal Teléfono Radio

(otros)

4. SERVICIOS BÁSICOS

4.1. Nº de Viviendas con piso d 4.2. Nº de Viviendas sin agua ni d 13

4.3. Agua Potable : Domiciliaria Piletas

4.4. Instalaciones Sanitarias : Desagüe Letrinas

5. ENERGIA

5.1. ¿Tiene energía eléctrica? SI NO 5.2. Nº de Viviendas sin servicio eléctrico 13

Si la tiene, indique de qué tipo: Central Hidráulica Grupo Térmico

Sistema Interconectado Panel Solar

5.3. Horas al día con energía eléctrica? Horas 5.4. Nº de viviendas sin electrodomésticos

5.5. Consumo promedio de energía kw-h/mes-familia 5.6. Pago promedio S./mes-familia

5.7. Gasto equivalente de energía en velas, mecheros, combustible, carbón, etc, por familia S./.....

6. SALUD

6.1. ¿Existe Puesto o Centro de Salud en su localidad? SI NO

6.2. Si su respuesta es NO, indique el Puesto de Salud más cercano a su localidad:

Localidad donde se ubica el Puesto : Incahuasi..... Distancia: 30 km horas

7. EDUCACION : Indique si su localidad cuenta con:

Centro de Educación Inicial SI NO N° Alumnos

Centro de Educación Primaria SI NO N° Alumnos

Centro de Educación Secundaria SI NO N° Alumnos

Instituto Tecnológico SI NO N° Alumnos

Otros centros Especifique tipo y número de alumnos.....

8. ACTIVIDADES ECONOMICAS

8.1. Agricultura Productos principales de cultivo Trigo, papa, maíz

Tierra de cultivo permanente por familia Hectáreas

Tierra de pastoreo por familia Hectáreas

Existe terrenos de Reserva Natural SI NO

Número de familias dedicadas a la agricultura:

Ingreso promedio mensual por familia : S/. 300.00

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio Venta Trueque

8.2. Ganadería Reses/familia Ovejas-Cabras/familia Auquenidos/familia

Número de familias dedicadas a la ganadería:

Ingreso promedio mensual por familia : S/. 300.00

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio Venta Trueque

8.3. Comercio Principales productos que se comercializan

Número de familias dedicadas al comercio: 01

Ingreso promedio mensual por familia : S/

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio Venta Trueque

8.4. Minería Principales minerales de explotación.....

Nombre de la Compañía Minera:

Número de familias dedicadas a la actividad:

Ingreso promedio mensual por familia : S/.

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

El proceso de explotación es: Industrializado Artesanal

8.5. Otra Actividad Especifique.....

Número de familias dedicadas a la actividad:

Ingreso promedio mensual por familia : S/.

Cuanto está dispuesto a pagar por consumo de energía mensual: S/.....

La producción se destina a : Consumo Propio Venta Trueque

9. OTROS DATOS DE IMPORTANCIA

Existen evidencias de descargas atmosféricas SI NO

Existen evidencias de presencia de pájaros carpinteros SI NO

Del material principal de la fachada en los lotes:

- Ladrillo y cemento SI N° de viviendas:.....
- Adobe SI N° de viviendas:..... 13
- Quincha SI N° de viviendas:..... NO
- Piedra y barro SI N° de viviendas:.....
- Madera SI N° de viviendas:..... NO
- Otros SI Especifique N° de viviendas:.....

Nivel de polución ambiental típico según Norma IEC 815 :

Muy Bajo Bajo Medio Pesado Muy pesado