



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Estudio de Alternativas ERNC para Optimizar el Suministro
Eléctrico del Caserío Los Ángeles, Magdalena de Cao, Ascope,
La Libertad.**

AUTORES:

Leyva Arias, Gerson Milton (ORCID: 0000-0003-3322-0002)

Ruiz Rojas, Jessica Flor (ORCID: 0000-0002-9870-8108)

ASESOR:

Dr. Salazar Mendoza Aníbal Jesús (ORCID: 0000-0003-4412-8789)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Generación, Transmisión Y Distribución

TRUJILLO-PERÚ

2021

DEDICATORIA

Agradezco y dedico el presente trabajo a Dios por darme la vida y la oportunidad de desarrollar mis metas, a mis padres especialmente a mi madre por ser una guerrera y enseñarme a seguir adelante a pesar de los obstáculos, a mi familia por su apoyo incondicional, a los animales en abandono, especialmente a mis gatos quienes me enseñaron que el amor no conoce de especies y a los que creyeron en mí.

Jessica

En primer lugar, agradecer a Dios, quien nos protege, nos brinda vida, salud, fortaleza y sabiduría para superarnos día a día a pesar de las dificultades que se nos presentan. A mis padres y hermanos quienes confiaron y creyeron plenamente en mi esfuerzo de una u otra manera.

Gerson

AGRADECIMIENTO

A mis amigos, compañeros de estudios y docentes, por su amistad, apoyo y enseñanzas.

Y a mi mentor el Ing. Carlos Benites Gutiérrez (Q.E.P.D.D.G) por creer en mí y enseñarme a descubrir mi potencial en esta profesión.

A la Dra. María Elisia Armas por ser nuestra guía y apoyo en el desarrollo del presente trabajo de investigación, a nuestro asesor Dr. Aníbal Salazar y al Ing. Walter Castro por acompañarnos en nuestra última etapa universitaria.

Jessica

A mis amigos y a los docentes de la Facultad de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Universidad Cesar Vallejo, que nos inculcan los conocimientos y que a la vez nos comparten sus experiencias vividas.

Gerson

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	4
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN.....	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCIÓN.....	11
II. MARCO TEÓRICO.....	14
III. METODOLOGÍA	38
IV. RESULTADOS	41
V. DISCUSIÓN	128
VIII. CONCLUSIONES	¡Error! Marcador no definido.
IX. RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
REFERENCIAS	133
ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1 Población censada, según departamento	ii
Tabla N°2 Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada	43
Tabla N°3 Cálculo de la máxima demanda promedio por vivienda	45
Tabla N°4 Cálculo de la máxima demanda del colegio	45
Tabla N°5 Cálculo de la máxima demanda de la iglesia	46
Tabla N°6 Cálculo de la máxima demanda del local comunal	46
Tabla N°7 Cálculo de la energía consumida promedio por vivienda	47
Tabla N°8 Cálculo de la energía consumida del colegio	48
Tabla N°9 Cálculo de la energía consumida de la iglesia	48
Tabla N°10 Cálculo de la energía consumida del local comunal.....	49
Tabla N°11 Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles.....	50
Tabla N°12 Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles.....	50
Tabla N°13 Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles.....	50
Tabla N°14 Resumen de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles	51
Tabla N°15 Relaciones generales entre viabilidad y velocidad del viento para uso como fuente de energía	52
Tabla N°16 Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles actual y proyectada.....	72
Tabla N°17 Irradiación mensual promedio del Caserío Los Ángeles.....	72
Tabla N°18 Selección de días de autonomía	74
Tabla N°19 Tensión de trabajo.....	77
Tabla N°20 Caída de tensión por cada tramo de la instalación fotovoltaica	85
Tabla N°21 Equipos del sistema fotovoltaico	89
Tabla N°22 Características eléctricas de conductores del sistema fotovoltaico	89
Tabla N°23 Equipos del sistema fotovoltaico (On Grid)	108
Tabla N°24 Características eléctricas de conductores del sistema fotovoltaico (On Grid)	108
Tabla N°25 Presupuesto de la Central Solar	111
Tabla N°26 Presupuesto de red secundarias.....	112
Tabla N°27 Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)	112
Tabla N°28 Presupuesto de la Central Solar.....	114
Tabla N°29 Presupuesto de la red primaria y secundaria	114
Tabla N°30 : Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)	115
Tabla N°31 Presupuesto total de los sistemas fotovoltaicos	115

Tabla N°32 Flujo ingresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)	116
Tabla N°33 Egresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)	116
Tabla N°34 Ingresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)	117
Tabla N°35 Ingresos por año a precios sociales del sistema (Off grid)	118
Tabla N°36 Egresos por año a precios sociales del sistema (Off grid)	119
Tabla N°37 Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)	119
Tabla N°38 Flujo ingresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)	121
Tabla N°39 Egresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)	122
Tabla N°40 Ingresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)	123
Tabla N°41 Flujo ingresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)	124
Tabla N°42 Egresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)	124
Tabla N°43: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)	124

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N°1 Indicadores Energéticos (Cobertura eléctrica total)	10
Fig. N°2 Distribución de las Energías Renovables a Nivel Mundial.....	16
Fig. N°3 Aerogenerador.....	20
Fig. N°4 Turbina de 2 y 3 Palas	20
Fig. N°5 Batería	25
Fig. N°6 Inversor.....	25
Fig. N°7 Regulador	25
Fig. N°8 Tipos de conexión o configuración	26
Fig. N°9 Mapa de ubicación del Caserío Los Ángeles.....	39
Fig. N°10 Mapa del departamento de La Libertad	40
Fig. N°11 Vía de acceso al Caserío	40
Fig. N°12 Viviendas del Caserío	41
Fig. N°13 Viviendas del Caserío	41
Fig. N°14 Viviendas del Caserío	41
Fig. N°15 Viviendas del Caserío.....	42
Fig. N°16 Croquis del Caserío “Los Ángeles	42
Fig. N°17 Coordenadas del Caserío	53
Fig. N°18 Ubicación del Punto	54
Fig. N°19 Selección a 10 m, de altura	55
Fig. N°20 Dirección del Viento	56
Fig. N°21 Datos descargados	57
Fig. N°22 Resultados de la Velocidad del Viento	58
Fig. N°23: Atlas Mundial del Viento	59
Fig. N°24 Gráfica de Velocidad del Viento Promedio	60
Fig. N°25 Gráfica de la Rosa del Viento	61
Fig. N°26 Ubicación del Caserío los Ángeles	62
Fig. N°27 Resultados de datos radiación	63
Fig. N°28 Resultados de niveles de radiación	64
Fig. N°29 Perfiles Promedio por hora	65
Fig. N°30 Resultados de Datos Radiación	66
Fig. N°31 Resultados de Datos Radiación	67
Fig. N°32 Resultados de la Nasa Power	68

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. N°33 Resultados de la Nasa Power.....	69
Fig. N°34 Resultados del software PVsyst 7.2, con la fuente Meteonorm 8.0	70
Fig. N°35 Sistema Fotovoltaico aislado (off grid)	74
Fig. N°36 Regulador de Carga.....	78
Fig. N°37 Ingreso al programa PVsyst 7.2.....	90
Fig. N°38 Ingreso de datos del proyecto	91
Fig. N°39 Ingreso de datos geográficos de la zona	92
Fig. N°40 Datos de irradiación diaria y mensual global	93
Fig. N°41 Datos del proyecto.....	94
Fig. N°42 Parámetros para el dimensionamiento	95
Fig. N°43 Orientación del módulo	96
Fig. N°44 Necesidades Del Usuario	97
Fig. N°45 Cargas a utilizarse	98
Fig. N°46 Distribución por horas	99
Fig. N°47 Elección y configuración de baterías.....	100
Fig. N°48 Elección de módulos FV y controlador	101
Fig. N°49 Sistema fotovoltaico aislado (On Grid	102
Fig. N°50 Equipo SMA Energy Meter	107
Fig. N°51 Necesidades Del Usuario	109
Fig. N°52 Selección de componentes del sistema FV On Grid	110

RESUMEN

La presente investigación tiene como propuesta el **Estudio de Alternativas ERNC para Optimizar el Suministro Eléctrico del Caserío Los Ángeles, Magdalena de Cao, Ascope, La Liberta**, contando con 30 viviendas que no cuentan aún con energía eléctrica.

Para llevar a cabo su desarrollo, se realizó una encuesta a la población a fin de lograr determinar la máxima demanda y la energía consumida de lugar; con los datos obtenidos y haciendo uso de las fuentes de datos meteorológicas se logró obtener valores de la radiación solar y velocidad del viento de la zona, para posteriormente evaluar la existencia del potencial del recurso estudiado.

Con los datos evaluados, se seleccionó a la energía solar por tener mayor potencial, posteriormente se realizó el dimensionamiento de los sistemas Off Grid o aislado y el sistema On Grid o interconectado, lográndose a través de cálculos y softwares, establecer sus componentes y el presupuesto económico.

Posteriormente se realizó los análisis de viabilidad económica VAN y TIR de las alternativas elegidas, para evaluar la alternativa más óptima a desarrollar para la electrificación del caserío.

Con los resultados del análisis de viabilidad económica se concluyó que la inversión social es más conveniente para ambos sistemas en: Off Grid con un VAN positivo de S/ 40,654.5 y un TIR de un 12%, un B/C de 1.2; a una tasa social de descuento del 9% y para el sistema On Grid con un VAN positivo de S/ 197,799.7 y un TIR de un 43%, un B/C de 3.95; a una tasa social de descuento del 9%, siendo económicamente viable ambos sistemas.

Palabras claves: ERNC, OFF GRID, ON GRID.

ABSTRACT

The present research has as a proposal the Study of ERNC Alternatives to Optimize the Electric Supply of the Los Ángeles Village, Magdalena de Cao, Ascope, La Liberta, with 30 homes that do not yet have electricity.

To carry out its development, a survey of the population was carried out in order to determine the maximum demand and the energy consumed in the place; With the data obtained and making use of meteorological data sources, it was possible to obtain values of solar radiation and wind speed in the area, to later evaluate the existence of the potential of the studied resource.

With the evaluated data, solar energy was selected for having greater potential, later the sizing of the Off Grid or isolated systems and the On Grid or interconnected system was carried out, achieving through calculations and software, establishing its components and the budget economic.

Subsequently, the NPV and IRR economic viability analysis of the chosen alternatives was carried out to evaluate the most optimal alternative to develop for the electrification of the village.

With the results of the economic viability analysis, it was concluded that social investment is more convenient for both systems in: Off Grid with a positive VAN of S/. 40,654.5 and an TIR of 12%, a B/C of 1.2; at a 9% social discount rate and for the On Grid system with a positive VAN of S/. 197,799.7 and an TIR of 43%, a B/C of 3.95; at a social discount rate of 9%, both systems being economically viable.

Keywords: ERNC, OFF GRID, ON GRID.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existen a nivel mundial, alrededor de 789 millones de personas de diversos sectores, que no cuentan con acceso a la electricidad (ONU 2021). Se estima que debido a la pandemia del COVID – 19, el afán de la ONU en lograr cumplir con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) punto N° 7, que en el año 2030 la población mundial tenga el total acceso a este servicio, no se logrará en su totalidad (Organización de las Naciones Unidas (ONU), 2015). Siendo la falta de disponibilidad a este servicio lo que origina diversos problemas de índole económico, sanitario, educativo, entre otros, llevando a la población a un nivel de retraso y alejamiento de la modernidad en comparación con aquellos que si cuentan con todas las herramientas de progreso.

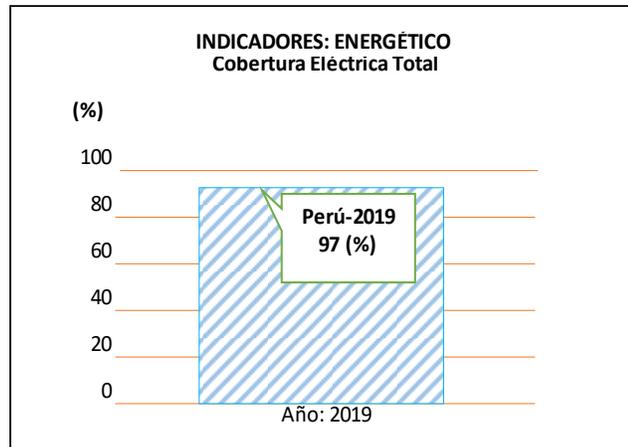
Según la División de Recursos Naturales e Infraestructura, el suministro de energía es vital para obtener el bienestar social y desarrollo económico en todos los países a nivel mundial, siendo el acceso y uso de otras fuentes de energía, lo que produciría cambios positivos en la población (Willaarts et al., 2021).

Sin embargo, aún existen países que no cuentan con este suministro, teniendo el Continente Africano el 70 % del déficit mundial de acceso a la energía eléctrica, siendo los países de Nigeria y República Democrática del Congo los más afectados, así también la India en el continente Asiático, quien ocupa el tercer lugar con una población de 64 millones de personas sin acceso a este tipo de energía (Pilar Catalina, 2020).

Para el Banco Interamericano de Desarrollo, América Latina es una región en vías de desarrollo, siendo El Caribe quien está en un promedio por debajo en toda la región, contando con 7 millones de habitantes que no cuentan con electricidad (Lorio y Sanin, 2019). El crecimiento de esta vía tiende a ser más en la zona urbana a diferencia de la rural (Jiménez Mori, 2016), esto se debe al mayor incremento per cápita, alcanzando una cobertura entre el 80% y 90 %.

Siendo el Perú un país líder en la región, en cuestión de crecimiento económico, aún la totalidad de su población no cuenta con suministro de energía eléctrica, el portal (OsieLAC) nos brinda la cobertura eléctrica total durante el año 2019, según se apreciar en la siguiente figura.

Figura N° 1. Indicadores Energéticos (Cobertura eléctrica total)



Fuente: SieLAC-OLADE

Elaboración: Propia

Esta tabla nos muestra que, en el año 2019 la cobertura eléctrica total en el Perú fue del 97%, habiendo durante este periodo, una mayor búsqueda de lograr ampliar la cobertura de electricidad en todas las regiones, logrando invertir en las zonas más populares del país, de acuerdo a lo reportado por el Banco Interamericano de Desarrollo.

Es por ello que, conociendo la importancia de que todos los habitantes a nivel nacional, cuenten con el acceso a la energía eléctrica, el gobierno a través de diversos organismos como el CONCYTEC, vienen promoviendo la búsqueda de proyectos de investigación en temas de energías renovables, contando con la participación de diferentes instituciones educativas.

Uno de los lugares, que es el motivo de la presente investigación, es el caserío Los Ángeles en el departamento de La Libertad, puesto que, a pesar de tener más de 25 años de creación, aún no cuentan con suministro eléctrico, generando a la población

un evidente retraso económico, tecnológico y social, puesto que obliga a sus habitantes a migrar a las ciudades cercanas.

Así mismo, el uso de alumbrado artesanal con lámparas a kerosene, velas, baterías, grupos electrógenos, entre otros, presentan un riesgo constante de producir un incendio, a la vez que generan contaminación ambiental, además de contribuir al efecto invernadero y cambio climático; a diferencia de contar con energía eólica o solar que son renovables, las mismas que presentan bajos niveles de efectos contaminantes, dado que su implementación puede ser con el uso de recursos locales, que cuentan con precios más económicos y accesibles (Ponce Corral et al., 2014).

De acuerdo al análisis realizado y ante las deficiencias mencionadas, se plantea la siguiente pregunta **¿Cuál de los Sistemas es el más conveniente para suministrar energía eléctrica al caserío Los Ángeles?**

La presente investigación responderá la **hipótesis** formulada, cuál de las alternativas de ERNC, es la más adecuada para la Electrificación; con esto la población tendrá una reducción de costos económicos, al dejar de usar combustibles fósiles y otros recursos convencionales, así como ampliar su máxima demanda de energía para cargas futuras, además del beneficio de hacer uso de los recursos naturales que no producen contaminación ambiental ni efecto invernadero.

Por ende, el **objetivo principal** de la presente investigación, es realizar el Estudio de Alternativas ERNC (Energías Renovables No Convencionales), para Optimizar el Suministro Eléctrico del Caserío Los Ángeles. Teniendo para ello, los siguientes **objetivos específicos**: **(i)** Calcular la máxima demanda y energía consumida existente y para futuras ampliaciones. **(ii)** Realizar el estudio teórico de los sistemas de energía y seleccionar la mejor alternativa ERNC. **(iii)** Elaborar el presupuesto económico para los sistemas. **(iv)** Estudiar y verificar la viabilidad técnica económica de la alternativa elegida.

II. MARCO TEÓRICO

Para el presente estudio, se revisaron trabajos de investigación sobre ambas energías renovables, a continuación, se detallarán los **antecedentes** correspondientes a la **Energía Eólica:**

En el grupo de investigación (Pinto Calderón et al., 2019), realizaron un trabajo para evaluar que tan factible era a nivel económico y técnico, ejecutar un sistema para generar energía eólica a pequeña escala, para la región de Berlín en Colombia. Durante ese proceso, primero analizaron el viento (como matriz de datos), usando los datos de altura, velocidad y temperatura que fueron obtenidos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), logrando determinar cuál era la mejor ubicación, el potencial eólico y la función de Weibull; también compararon tres turbinas eólicas de diferentes potencia, en rangos de 1 kW, 3 kW y 900 kW, para decidir cuál de ellas se comportaba mejor y era más viable, en base a los resultados obtenidos y al nivel económico (materiales, transporte, instalación, mantenimiento, etc.), concluyeron que, la potencia del aerogenerador seleccionado no reúne las especificaciones requeridas y obtiene poca inversión privada, recomendando que en los estudios posteriores que se realicen, se tomen en cuenta otros aspectos económicos para lograr su viabilidad, puesto que, es un estudio que ayuda a reducir la contaminación en el ambiente.

En otra investigación, realizada por los autores De la Cruz Buelvas, Valencia Ochoa y Vanegas Chamorro (2018), buscaron hacer uso de fuentes energéticas como la eólica, que según las características de la zona resultó favorable, por tanto, analizaron los datos de 5 estaciones meteorológicas en un periodo de 10 años, como son: el viento, su dirección y velocidad, en promedios de tiempo de 1 hora diaria durante todo el año y a determinadas alturas; con los datos obtenidos y mediante la aplicación de la Ley de Hellmann, elaboraron histogramas de frecuencia, logrando deducir que los patrones de velocidad permanecen constantes, su utilización es viable y la zona con mayor capacidad de viento es en el departamento de Atlántico, pero a pesar que su uso es prometedor, aún no es suficiente el aporte que realizaría en la producción de energía

para el país, pues hay otras fuentes con mayores niveles de generación; recomendando que se aumente la capacidad de instalación de este tipo de sistemas en todo el país.

Continuando con la investigación, se analizaron los trabajos referentes a:

Energía Solar:

El investigador Bernilla Rufasto (2020), buscó cubrir las necesidades de una población rural en Cajamarca (Perú), puesto que no está conectada a la red de suministro eléctrico, para ello llevó a cabo un estudio donde propone diseñar un sistema para generar energía fotovoltaica, haciendo uso de datos recaudados en las entrevistas a los pobladores de las 24 viviendas, logra determinar el consumo diario de 34.37 kWh/día, también realizó cálculos para obtener la demanda máxima por años (proyectada a 20 años), a su vez hace uso de un instrumento como es el solarímetro, que se usa para medir la radiación solar y procesando la información según el método de Weibull, siendo el resultado de 6,03 kWh/día, terminado el estudio pudo determinar los componentes del sistema para potencia instalada de 8,0 kWp; estando conformado por 32 paneles, 40 baterías, 02 regulador de carga MPPT y un convertidor MUST; llegando a la conclusión que este tipo de sistema es viable, debido a su rentabilidad y ayuda en el crecimiento social y económico en la población.

El autor Cabanillas Barrantes (2020), realizó un estudio para lograr suministrar electricidad, usando un sistema fotovoltaico a un centro poblado de 45 viviendas localizado en Olmos (Perú), para ello realizó un registro de la demanda eléctrica que tiene cada vivienda, luego analiza los datos de la NASA sobre niveles de radiación y los procesa mediante software para determinar la radiación solar media. Con los valores obtenidos procede a calcular el diseño del sistema propuesto y la red de energía secundaria, siendo el costo de la inversión de S/. 249, 313.95, además mediante las herramientas financieras del VAN y TIR determino que el proyecto a nivel económico no es viable.

Adicionalmente, se encontraron estudios sobre el **uso combinado (híbrido)** de ambas energías **Eólica y Solar**:

El investigador Chávez Castro (2019), realizó una evaluación de cuál de las energías renovables: eólica, solar y eólica-solar fotovoltaica, era la más conveniente para poder electrificar una comunidad en Jaén (Perú), para llevarlo a cabo consideró un promedio de habitantes por vivienda, proyectando su crecimiento a un periodo de 20 años, teniendo en cuenta que ese periodo es la vida útil de los componentes del sistema materia del estudio (aerogeneradores y paneles fotovoltaicos), además de ello realizó cálculos eléctricos del consumo promedio diario, así como de la suma de todas las cargas (24 viviendas, Institución Educativa, local comunal y área recreacional), obteniéndose los siguientes valores: 32,422.43 Wh/día de consumo diario y la máxima demanda total de 7,850 W, para conocer los niveles de radiación solar utilizo valores del Atlas Solar del Perú, de la NASA, para los parámetros de velocidad del viento consultó con la Estación Meteorológica Automática AEMA de la provincia de Jaén (SENAMHI), así como el uso del software SOLARIUS PLUS, con todos valores obtenidos pudo determinar para el sistema fotovoltaico el uso de 22 paneles solares, 32 baterías solares, 2 reguladores y un inversor de 10 kW , con un costo de S/. 126,841.68, en cuanto al sistema eólico se dedujo un aerogenerador de 5 kW y la implementación de ese sistema es de S/. 622,719.22; para sistema híbrido (eólica – solar fotovoltaica) el monto estimado de S/. 176,446.598. Realizada esta evaluación concluye que la energía renovable más eficiente y apropiada para suministrar energía eléctrica a dicha comunidad es la energía fotovoltaica, por ser una fuente de energía constante.

En otra investigación realizada por autor Sánchez Silva (2019), sobre el diseño de un Sistema Híbrido eólico fotovoltaico, para la electrificación de un caserío en la Provincia de Chiclayo (Perú), donde observó en qué parte de la zona podría ser el mejor lugar para el sistema y el trazado de la red secundaria, sumado a ello mediante entrevistas a los pobladores pudo conocer las cargas que tienen las 37 viviendas, estableciéndose los valores de promedio diario de 25,38 KWh/día, y la máxima demanda en 4,81 KW, además usó los datos proporcionados por la estación meteorológica del SENAMHI que

se encuentra en Tinajones, deduciendo las velocidades mensuales y velocidades promedio; para los datos de la radiación solar recurre a la información de la NASA obteniéndose el promedio mensual en 5.38KWh/m² /día, entre otros datos, analizó además material sobre sistemas híbridos aislados y eólicos fotovoltaicos, logrando el dimensionamiento y selección de equipos para ese sistema (aerogenerador, paneles fotovoltaicos, baterías, controladores e inversor), pudiendo estimar el costo en S/190,529.03, teniendo en cuenta el periodo de utilidad en los paneles fotovoltaicos en 20 años y proyectándose para ese tiempo.

Adicionalmente, se hace mención de sistemas de energía eólica y solar interconectados a la red eléctrica (On Grid):

Sistema Interconectado On Grid:

Jimenes Cutipa (2018), realizó un estudio de viabilidad técnica para la creación de un pequeño parque eólico en la ciudad de Puno, Alto Puno (Sector Ventilla). Con la finalidad de promover el uso de energías alternativas, renovables e integrarlas al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), cuyo grupo de líneas de transmisión y subestaciones eléctricas están interconectadas, permitiendo transferir la energía entre los diversos sistemas de generación eléctrica. Luego, partiendo de los datos del viento de la zona y haciendo uso de métodos probabilísticos, utilizando herramientas como hojas de cálculo en Excel y Google Earth Pro, logrando obtener datos del terreno; siendo las variables utilizadas como la velocidad y dirección del viento; obteniendo los resultados de la energía anual de la zona con 1.64 MWH y de 24,5 MWh/año. El estudio concluyó que el potencial eólico del mini parque cumple con los requerimientos energéticos y de conexión a la red eléctrica, además observó que a más altura mejora la densidad del viento y, por ende, la potencia obtenible para el sistema eólico.

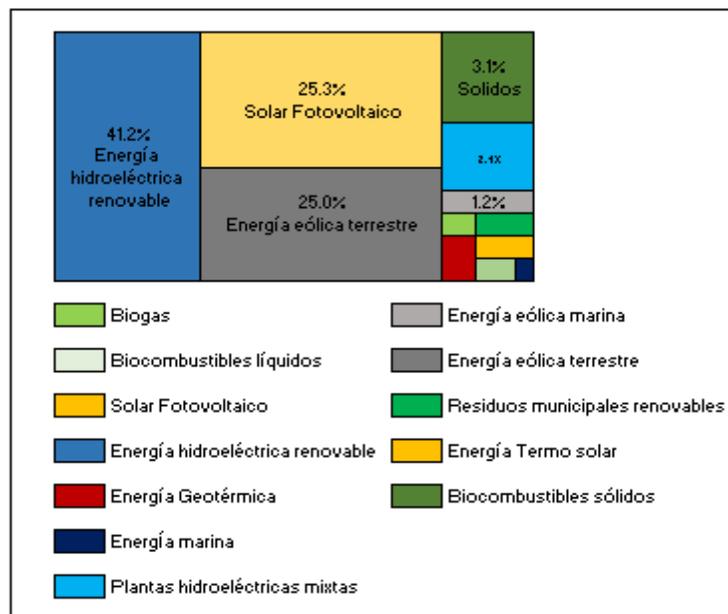
El autor Huamán Mendoza (2020), realizó el diseño de un sistema fotovoltaico On Grid interconectado a la red eléctrica del concesionario, para un centro de salud en Apurímac; el cual mediante celdas fotovoltaicas logre adquirir energía del sol, con el fin de bajar la facturación eléctrica. Para ello se contaría con un inversor de red, que es una pieza fundamental, el sistema está previsto para funcionar durante el día

teniendo cuidado de no inyectar el excedente a la red pública, este diseño no cuenta con baterías cubriendo el consumo de carga.

Culminada con la presentación de los antecedentes de investigación, se menciona la **importancia y producción** de las energías renovables:

Para el autor Barrera, la energía renovable está en constante generación y es una fuente inagotable, ésta puede dividirse según su uso en: energía renovable convencional formada por la energía hidráulica de alta potencia (generada a partir del agua de los ríos y que representa el 7% del consumo mundial de la energía primaria) y la energía renovable no convencional formada por diversas energías como la solar (sol), eólica (viento), biomasa (materia orgánica), geotérmica (temperatura almacenada dentro de la tierra), pico hidráulico (turbinas hidráulicas), mareomotriz (mar), (Barrera Velásquez, 2020).

Figura N° 2. Distribución de las Energías Renovables a Nivel Mundial



Fuente: IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables)

Elaboración: Propia

En la figura N° 2 podemos apreciar los porcentajes de las energías solar fotovoltaica y la energía eólica terrestre en la producción de energía a nivel mundial.

Según las Naciones Unidas, el mayor crecimiento en el uso de las energías renovables, se viene dando en el sector eléctrico, debido a la utilización de energía eólica y solar; siendo estas utilizadas en un 20% para electricidad y el 80% para otros sectores, como la calefacción y el transporte; según las estadísticas en el año 2016, las energías renovables modernas sólo alcanzaron el 9% y el 3,3% respectivamente del mercado mundial, siendo importante que los gobiernos impulsen el uso de la eficiencia energética eficazmente (ONU, 2019).

Y teniendo en cuenta que, en el año 2016 se realizó el Acuerdo de París, donde se buscaba evitar el cambio climático, y mantener un rango bajo del calentamiento global (2°C) como meta para el año 2030; por tanto, representa una de las principales prioridades a nivel mundial. Por esa razón China es el país que encabeza en el uso de energías renovables, teniendo en el año 2019 una capacidad instalada de 789 gigavatios (Endesa, 2021).

En cuanto a los países que cuentan con la generación de sus energías mediante el uso de fuentes renovables, podemos mencionar que Islandia, Uruguay, Costa Rica y Noruega, han dejado de lado el uso de combustibles fósiles casi en su totalidad; cabe señalar que Uruguay es el primer país de Sudamérica en producir energía eléctrica de origen renovable con un 97%, haciendo uso del 98% de su consumo total de electricidad proveniente de estas fuentes, llegando a implementarse proyectos para electrificar zonas aisladas de la red (Lluís Ferrer, 2021).

El Perú no ha sido exento de usar energías renovables para su producción eléctrica; representando el 6% en la totalidad de lo producido a nivel nacional, el cual va en aumento durante los últimos años, a miras de lograr cumplir el objetivo del 15% de generación con fuentes renovables para el año 2030. Durante el año 2020 se llevaron a cabo 49 planes de energías renovables, representando 1,080 megavatios (MW) que se adicionaron al sistema eléctrico a nivel nacional; dividiéndose en 30 centrales hidroeléctricas, 7 centrales solares, 7 centrales eólicas y 5 centrales a biomasa, sumado a ello, finalizando el año se pusieron en servicio dos centrales eólicas en Cajamarca; sumado a estos incrementos se viene ejecutando por el Ministerio de Energía y Minas (Minem) el Programa Masivo Fotovoltaico para zonas aisladas rurales

a nivel nacional, logrando durante su primera etapa la electrificación de centros poblados, centros de salud, educativos y otros (ANDINA, 2021).

A continuación, se presentan **las teorías** relacionadas que servirán en el presente estudio.

La Energía Eólica es la energía cinética que produce el viento y está a través de ciertas tecnologías logra transformarse en energía eléctrica, térmica o mecánica y que a pesar de ser una fuente de recurso inagotable y poco contaminante no se puede hacer uso de ella en todas las zonas, debido a que el viento presenta variaciones e intermitencias siendo difícil su pronóstico (Otero Federico, Cerne Bibiana y Campetella Claudia, 2017).

Este sector en los últimos años ha tenido un rápido incremento a nivel mundial, alcanzando cifras entre los años 2015 y 2019 de más de 652.000 millones de dólares en inversiones y proyectándose para el 2030 en una producción de capacidad instalada mundial superior a los 2TW, siendo esta una energía renovable generada de manera limpia, libre de contaminación por carbono, que forma parte de la renovación de la infraestructura energética mundial (GWEC, 2020). Siendo los países con mayor potencia instalada en tierra China y Estados Unidos, los que tienen mayor potencia instalada en mar son Reino Unido y Alemania.

A su vez el Perú cuenta con un amplio potencial de energías renovables como: recursos hídricos, solar, viento, gas natural, mareomotriz entre otros. Actualmente se espera la cobertura del 60% de la demanda energética nacional, usando energías limpias a miras del 2025, logrando el objetivo de la electrificación en zonas de difícil acceso (Candal, 2021).

Teniendo el país en funcionamiento los siguientes parques eólicos que vienen generando una potencia instalada de: El de Cupisnique (La Libertad), con 80 megavatios.

El parque eólico de Talara con 30,6 megavatios.

El parque eólico Wayra I en Marcona con 132 megavatios.

El parque eólico Duna y Huambos, en Cajamarca con 36,8 megavatios (LaBolsadeLima, 2020).

Considerando que, para que se **genere la energía eólica** es necesario hacer uso del viento como recurso natural, transformando la energía cinética a energía mecánica mediante el movimiento de las aspas de molino y esta a su vez se transforme en energía eléctrica a través del generador.

El sistema de energía eólica (grupo de aerogeneradores) **se divide** según su capacidad de producir de energía eléctrica en: grandes aerogeneradores y pequeños aerogeneradores.

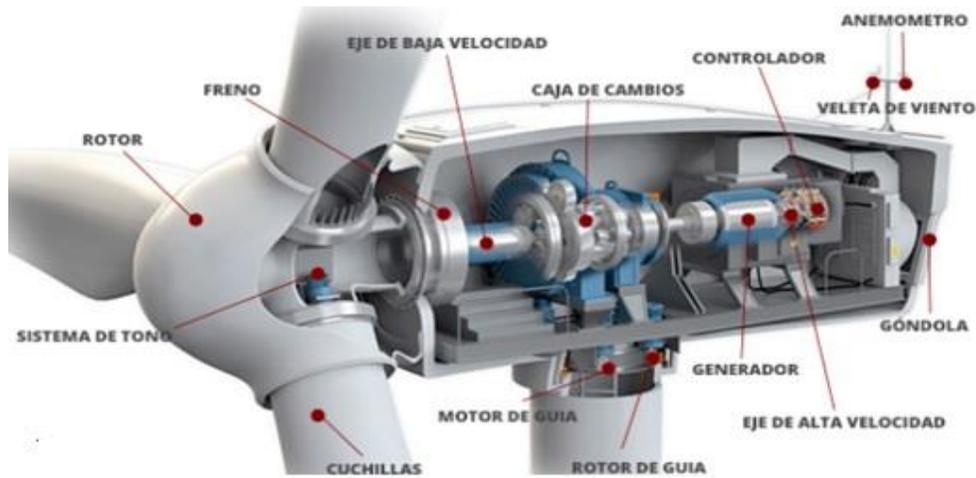
Siendo los grandes aerogeneradores usados para potencias nominales a grande escala en rangos de 600 kW, 900 kW o hasta producciones de 5 MW y los aerogeneradores pequeños o de baja potencia, usados para el abastecimiento del recurso eléctrico a zonas donde la energía convencional no llega, como pequeños centros poblados, viviendas rurales, granjas, etc.; el presente estudio de investigación se enfocará en este último.

Unos de los indicadores sobre el potencial de este recurso es el Atlas Eólico del Perú (2016), indicando que a una altura de 100 metros el potencial aprovechable es de 20.493 MW, sobre un total de 28.395 MW para la generación de energía eléctrica mediante parques eólicos. (MOCICC, 2020).

Componentes de un Sistema Eólico: Forman parte de este sistema los siguientes elementos:

- **Aerogenerador:** es un componente importante porque convierte la energía cinética producto del viento a energía eléctrica, está compuesto por imanes permanentes que están directamente acoplados a la turbina, en cuanto a su funcionamiento, podemos indicar que es el viento que golpea a las palas que se encuentran en el aerogenerador haciéndolas girar, logrando así que el movimiento de rotación producido sea enviado al generador, mediante un doble sistema de velocidad (Barrera Velásquez, 2020).

Figura N°3. Aerogenerador



Fuente: World Energy Trade

- Turbina: está compuesto por 2 o 3 palas, su material de resina poliéster y fibra de vidrio, siendo su función de atrapar el viento y transmitir esa potencia al buje (Chávez Castro, 2019).

Figura N°4. Turbina de 2 y 3 Palas



Fuente: Energía renovadas

- Rotor: Es el elemento donde están acopladas las palas; convierte la energía cinética producida por el viento a energía mecánica, formada por palas, el eje y el buje (Chávez Castro, 2019).

- Torre: Sirve de soporte del rotor y la góndola o el mecanismo que lo conforma, puede ser de tipo tubular o torres de celosía, siendo esta última más económica. (Taboada Sandoval, 2019) y está anclado a una cimentación de hormigón.

A continuación, se presentan las ventajas y desventajas de la energía eólica según el portal (ANTALA, 2019):

Ventajas

- Energía renovable y limpia porque no produce emisiones contaminantes
- No favorece al efecto invernadero ni al calentamiento global
- La energía eólica está disponible en todo el planeta
- Se puede instalar en diversos espacios
- Su instalación es rápida y bajo costo de mantenimiento
- Si se combina esta energía con la eólica se puede alimentar viviendas

Desventajas

- Se debe conocer la velocidad del viento para que esta no exceda el límite y cause problemas en la turbina.
- Se requiere para conducir la electricidad generada la construcción de líneas en alta tensión.
- Es preciso construir líneas en alta tensión.
- Tiene un impacto medioambiental, afectando a las aves y al paisaje.
- El ruido que emite el giro del rotor puede resultar molesto.
- Para la instalación de los parques eólicos se requieren zonas amplias.
- Su costo de instalación es mayor que el costo de un sistema tradicional
- La producción de energía está condicionada a los niveles de viento en la zona.

Hablando de **La Energía Solar**, podemos decir que se produce de la radiación electromagnética que da el Sol. Esta radiación (calor y luz) se emplea usando tecnologías para generar energía eléctrica y térmica.

Radiación Solar, es la energía generada por el sol en base a la reacción nuclear de la fusión, mediante radiación electromagnética y logrando alcanzar la atmosfera terrestre; (Cantos Serrano, 2016, como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020), su unidad representativa el W/m² (vatio por metro cuadrado).

Los tipos de radiación solar pueden ser directa, difusa y reflejada

Directa: Es aquella que no ha sufrido cambios cuando cae a la tierra, esto ocurre cuando la radiación es visible.

Difusa: Es aquella que ha sufrido múltiples alteraciones, desviaciones antes de llegar a la tierra.

Reflejada: como su mismo nombre lo dice, llegando a la superficie, rebotando en forma de reflejo.

En cuanto a los tipos de energía solar térmica se tiene Baja, Media y Alta temperatura La Hora solar pico (HSP) es un valor que da el número de horas por día que genera la radiación solar teórica, con una constante determinada de 1,000 W/m² sobre un determinado lugar (Sánchez Gutiérrez, 2019).

La energía solar a nivel mundial sigue en constante desarrollo, alcanzando en la actualidad capacidades de generación casi a niveles de la energía eólica, siendo Asia el continente que registró durante el año 2020 niveles de 78 GW, a su vez países como China con 49 GW, Vietnam con 11 GW y aquellos que ampliaron su capacidad fueron Japón con 5 GW, la India 4 GW, República de Corea con 4 GW y Estados Unidos con 15 GW. (IRENA, 2021).

En el Perú según el Ministerio de Energía y Minas, se vienen ejecutando la primera etapa del Programa Masivo Fotovoltaico para zonas aisladas rurales y logrando mediante el empleo de paneles solares, la electrificación de viviendas, centros de salud, entre otros, mejorando el bienestar de sus usuarios; sumado a ello se encuentra en desarrollo la segunda etapa contando con centrales mini-grids (centrales solares que tienen sistemas fotovoltaicos concentrados) (Sánchez Molina, 2021).

El país tiene en funcionamiento las siguientes centrales solares:

Central Majes Solar (Arequipa), que tiene una capacidad nominal de 20 MWp.

Central Solar Repartición (Arequipa), con capacidad nominal de 20 MWp.

Central Tacna Solar (Tacna), con capacidad nominal de 20 MWp.

Central Panamericana Solar (Moquegua), con capacidad nominal de 20 MWp.

Central Moquegua FV (Moquegua), con capacidad nominal de 43 MWp.

Central Rubí (Moquegua), con capacidad nominal de 144,48 MWp.

Central Intipampa (Moquegua), con capacidad nominal de 40 MWp.

Central (proyección) Las Dunas (Ica), con proyección de 157 MWp.

Se considera un **sistema fotovoltaico** al grupo de elementos capaces de generar electricidad procedente del sol y que es capaz de cubrir las necesidades requeridas; este sistema está formado por elementos básicos como paneles fotovoltaicos, regulador, baterías eléctricas, inversor y cargas.

En cuanto a los **tipos de Sistema fotovoltaico** tenemos los siguiente:

- Sistema fotovoltaico Aislado (Off Grid): Genera electricidad sin estar conectado a una red eléctrica, es autónomo y se emplea en lugares donde no existe el sistema eléctrico convencional, (Murillo & Aguirre, 2018 como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020).
- Sistema fotovoltaico Interconectado (On Grid): Está conectado a la red eléctrica, no utiliza todos los componentes de un sistema, pero si usa un inversor para convertir la tensión generada por el sistema fotovoltaico que necesita la red, así como genera beneficios económicos (García, 2017, p. 53, como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020).

El presente estudio de investigación se enfocará en el sistema fotovoltaico aislado.

Unos de los indicadores sobre el potencial de este recurso es el Atlas Solar del Perú que muestra las zonas con potencial energético, siendo de suma importancia su uso para el diseño de sistemas que usen esta energía.

Componentes de un Sistema Fotovoltaico: Forman parte de este sistema los siguientes elementos:

- Módulo fotovoltaico o también llamado panel fotovoltaico, son grupos de células fotovoltaicas interceptadas entre ellas, diseñadas para aprovechar la energía solar, transformándola en electricidad de forma directa (Oriol Planas, 2020a).

Figura N°5. Módulo fotovoltaico



Fuente: ENDEF

Tipos de módulos solares, tenemos: Policristalinos (Silicio), Monocristalinos (Silicio), Capa Fina (Silicio Amorfo).

- Las baterías, sirven para acumular la energía eléctrica generada por los paneles fotovoltaicos para más adelante utilizarla en horas nocturnas (Oriol Planas, 2020a).

Los tipos que se usan en sistemas solares son de ciclo profundo: baterías de plomo-ácido(inundadas), de plomo-ácido (selladas), de fosfato de hierro y litio; siendo estas últimas las más recomendables.

Figura N°6. Batería



Fuente: Energía Fotovoltaica

- Inversor es un equipo electrónico el cual es el encargado de cambiar la nivel de ingreso de corriente continua a un nivel equilibrada de salida de corriente alterna (Oriol Planas, 2020a).

Figura N°7. Inversor



Fuente: AutoSolar

- Regulador de carga, controla el desarrollo de carga y descarga que circula entre la batería y los módulos fotovoltaicos, protegiendo contra sobrecargas, sistema de toma de datos (Machado & Miranda, 2015, como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020).

Figura N°8. Regulador



Fuente: Auto Solar

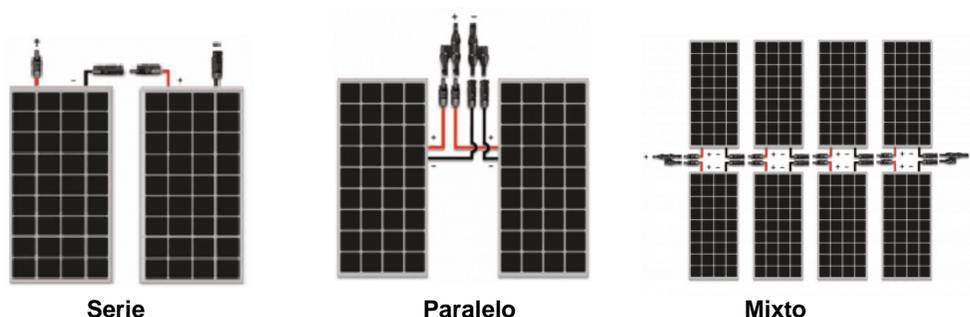
Los **principales valores** que caracterizan un módulo solar son:

- Corriente de cortocircuito (ISC), incrementa corriente que entrega el panel, correspondiente a la corriente entregada por este, cuando ambos terminales están conectados directamente.
- Corriente de máxima potencia (IMP), está relacionada a la energía solar que recibe solo si hay constancia en la temperatura.

- Tensión de circuito abierto (VOC), es una tensión alta que entrega el panel.
- Tensión de máxima potencia (VMP), su alteración es inversamente proporcional a la temperatura del panel; pero sin tener modificaciones en la corriente de salida (Bernilla Rufasto, 2020).

La **instalación** de los sistemas fotovoltaicos en cuanto a módulos, se da mediante los requerimientos deseados en cuanto a conexión o configuración ya sea en serie, paralelo y mixto.

Figura N°9. Tipos de conexión o configuración



Fuente: Sunfields

El dimensionamiento del sistema FV tiene como propósito disponer su suficiencia para compensar la demanda necesaria del consumo de energía de los habitantes, en zonas rurales y aisladas, este sistema debe contener un nivel de confiabilidad, por ser un sistema de componentes formados por cada elemento integrado, por lo que debe ser tan veraz, evitando exponer en fallos al sistema. Su diseño se basa en el balance de energía (Orbegozo y Sagahon, 2012 como lo citó Huancas Ramírez, 2020).

$$\text{Energía que genera} = \text{Energía que consume} + \text{Pérdidas propias del sistema FV}$$

El generador fotovoltaico: Es principal elemento colector de energía, de la radiación solar y transformándola en energía eléctrica. Su formación se basa en grupos de módulos ya sea en serie y/o paralelo, debiendo proveer la energía que se necesita para su consumo (Huancas Ramírez, 2020).

A continuación, se mencionan las **siguientes fórmulas** para los respectivos cálculos del sistema fotovoltaico.

a) **Cálculo Módulos Fotovoltaicos:** módulos de tipo policristalino, siendo hoy más económicos (Huancas Ramírez, 2020).

- **Rendimiento global:**

Fórmula: Cálculo del rendimiento global

$$R = (1 - K_b - K_i - K_r - K_v) (1 - K_a N/PD)$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

R: Rendimiento (Energía captada).

K_b: Pérdida por rendimiento (batería).

K_i: Pérdida (inversor).

K_r: Pérdidas (controlador).

K_v: Pérdidas (diversas).

K_a: Pérdidas (por auto descarga).

N: Número de días (de autonomía).

PD: Profundidad (descarga de la batería).

- **Energía a Distribuir en:** Corriente Alterna (L_{md}, AC)

Fórmula: Distribuir en Corriente Alterna

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

$l_{md,AC}$: Energía a distribuir en CA

ET: Energía (diaria a brindar).

R: Pérdidas (Energía que capta).

- **Energía Total a Distribuir (L_{md}):**

Fórmula: Energía Total a Distribuir

$$l_{md} = \frac{l_{md,DC} + \frac{l_{md,AC}}{\eta_{inv}}}{n_{bat} * n_{con}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

L_{md}, DC: Energía real (Distribuir en DC).

L_{md}, AC: Energía real (Distribuir en AC).

η_{inv} : Eficiencia (Inversor).

η_{bat} : Eficiencia (Batería)

η_{con} : Eficiencia (Conducción).

- **Número de Módulos (Nmód)**

Fórmula: Números de módulos

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

$N_{mód}$: Número de módulos

L_{med} : Energía real (Distribuir).

P_{MP} : Potencia por módulo.

HSP_{crit} : Hora Pico Solar Crítica.

PR : Pérdida por rendimiento.

- **Conexión de módulos solares en:
Serie**

Fórmula: conexión serie

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

N_S : Número módulos.

V_{BAT} : Tensión nominal (sistema).

V_{PANEL} : Tensión nominal (módulos).

Paralelo:

Fórmula: Conexión paralelo

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

N_p : Número de módulos. N_T : Número total (módulos). N_s : Número de módulos.

El N° total (módulos) es producto de la multiplicación del N° de módulos en serie por el N° de módulos en paralelo.

Número Total de módulos = $N_s \times N_p$

b) Selección del Regulador de Carga

- **Corriente de entrada**

Fórmula: Corriente de entrada al Regulador

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

$I_{entrada}$: Corriente de entrada

$I_{MOD,SC}$: Corriente (módulo).

N_p : Número de módulo.

Factor de seguridad: para evitar daños ocasionales al Regulador: 1,25

- **Corriente de salida**

Fórmula: Corriente de salida del regulador

$$I_{salida} = \frac{1.25 * (P_{DC} + \frac{P_{AC}}{\eta_{inv}})}{V_{BAT}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

I_{salida} : Corriente de entrada

P_{DC} : Potencia instalada en DC

P_{DC} : Potencia instalada en AC

η_{inv} : Eficiencia (Inversor).

V_{BAT} : Voltaje (Batería).

- **Número de reguladores a instalar**

Fórmula: Número de reguladores a instalar

$$N_{reguladores} = \frac{I_{Re}}{I_{MAX,e}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

$N_{reguladores}$: Número de reguladores I_{Re} = Corriente máxima de regulador

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

c) Cálculo del Sistema de Acumulación (batería)

Capacidad nominal (batería) relacionada a la máxima descarga diaria (Cnd):

- **Consumo de energía medio en Ah/día**

Fórmula: Consumo de energía medio en Ah/día

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

Q_{Ah} : Consumo de energía medio.

Lmd: Energía media (diario).

Vbat: Voltaje (batería: 12 V).

- **Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima**

Fórmula: Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima

$$C_{ne} = \frac{Q_{AH} * n}{PD_{MAX,de}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

C_{ne} : Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima (Ah).

Q_{Ah} : Consumo de energía medio.

N: Periodo de autonomía (días).

PDmax, de: Profundidad (Descarga Máxima Estacional).

- **Número de baterías**

Fórmula: Número de baterías

$$\text{Número de baterías} = \frac{Cn}{Ah}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

Cn: Capacidad nominal de la batería.

Ah: Amperios hora.

d) Selección del inversor

Su potencia es más de 1,2 veces de la potencia instalada de los módulos (paneles) solares que solicita.

Fórmula: Selección del inversor

$$P_{inv} = 1.2 * POT_{max}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

P_{inv} : Potencia del inversor.

POT_{max} : Potencia máxima.

e) Conductores eléctricos

Caída de Tensión: sirve para el cálculo de la cantidad de voltaje de pérdida en diferentes distancias, según normas del IDEA es de 1,15%.

- **Sección mínima del conductor en mm² para el tramo de los módulos al regulador**

Fórmula: Selección del conductor en tramo de los módulos al regulador

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

S: Sección del conductor.

L: Longitud del conductor en el tramo.

I: Corriente que pasa por el conductor.

ΔV : caída de tensión en el conductor.

K: Conductividad m/ Ohm.mm².

- **Sección mínima del conductor en mm² para el tramo del regulador a las baterías**

Fórmula: Selección del conductor en tramo del regulador a las baterías

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Donde:

S: Sección del conductor.

L: Longitud del conductor en el tramo.

I: Corriente que pasa por el conductor.

ΔV : Caída de tensión en el conductor.

K: Conductividad m/ Ohm.mm².

- **Caída de tensión en el conductor**

Fórmula: Caída de tensión

$$\Delta V = \Delta V\% * V_{MP}$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión en el conductor (V).

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento (%).

V_{MP} : Tensión nominal de los módulos (V).

- **Corriente en el conductor**

Fórmula: Corriente

$$I = 1.25 * N_{módulo} * I_{SC}$$

Donde:

I: Corriente que pasa por el conductor. $N_{módulo}$: Número de módulos (paneles).

I_{SC} : Corriente que circula según la sección del conductor.

- **Cálculo de la intensidad máxima permisible en el tramo módulos al regulador**

Fórmula: Corriente

$$I_{ca} = \frac{P}{V * \cos \emptyset}$$

Donde:

P : Potencia alterna máxima del inverso

V : Tensión de línea (red).

$\cos\theta$: Factor de potencia.

- **Intensidad en corriente continua (I_{cc})**

Fórmula: Intensidad en corriente continua (I_{cc})

$$I_{cc} = 1.25 * \frac{I_{ca}}{n_{inv}}$$

Donde:

I_{ca} : Intensidad de corriente CA

n_{inv} : Rendimiento del inversor

1.25: Factor de seguridad (para cobertura excedente de corriente en corto circuito por aumento en temperatura e irradiancia).

Hablando de las **ventajas y desventajas** de la energía solar según (Oriol Planas, 2020):

Ventajas

No es contaminante y respeta el medio ambiente.

Bajo costo de instalación y mantenimiento.

Se puede instalar en sitios aislados.

No emite ruido.

No requiere el uso de combustibles.

Brinda electricidad a zonas donde la energía convencional no llega.

Reduce costo de electricidad.

Desventajas

Su potencia brindada es menor comparándola con otras fuentes de energía.

Depende de las condiciones climáticas.

No se recicla.

Instalación Costosa en proyectos de gran envergadura.

Necesita baterías para su almacenamiento.

Es afectada por la contaminación ambiental.

Estudio de factibilidad una vez terminado el estudio de forma y que facilite la toma de decisión en cuanto a su ejecución a nivel técnica y económica a nivel de proyecto de inversión (Ramalho, Cándido, & Albermaz 2016, como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020).

En cuanto al VAN y TIR:

El VAN (valor actual neto) es el total en los flujos en caja proyectados para el proyecto, menos el monto de la inversión, midiendo los valores de ingresos y egresos actuales y usando la tasa de descuento (Cabanillas Barrantes, 2020).

Fórmula: Cálculo del VAN

$$S = \frac{-A}{F} + \frac{FNC_2}{(1+K)} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+K)^n}$$

$$NC_1 = (1+K)^1$$

Fuente: (Cabanillas Barrantes, 2020)

Donde:

A: Capital de inversión o inicial. FNC: flujo neto en caja al término de un periodo.

K: Tipo de actualización.

Para que el VAN resulte favorable éste debe de ser positivo, siendo el resultado de la sumatoria de los flujos de caja estimados durante el primer año debiendo superar el costo inicial, debiendo seleccionarse la que tenga el valor más alto por ser el más rentable.

El TIR (tasa de descuento) reduce al VAN (inversión del proyecto) a cero; buscando que esta tasa sea igualada a los costos de ingresos (Cabanillas Barrantes, 2020).

Fórmula para calcular el TIR:

Fórmula: Cálculo del TIR

$$VAN = \frac{-A}{(1+r)^1} + \frac{FNC_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{FNC_n}{(1+r)^n}$$

Fuente: (Cabanillas Barrantes, 2020)

Donde:

A: Capital de inversión o inicial.

FNC: flujo neto en caja al término de un periodo.

K: Tipo de actualización.

La r del TIR en el proyecto es una inversión rentable cuando el resultado es superior al tipo de interés aplicado para la inversión; no obstante, si se tienen otras alternativas es recomendable elegir quien tenga más TIR.

ANALISIS COSTO-BENEFICIO: es el análisis del costo-beneficio (de los beneficios sociales con costos sociales) sin comparar los ingresos con egresos; luego se restan los costos menos los beneficios favorables para la sociedad, siendo este el beneficio social neto que obtenido. (De Rus, 2008, como lo citó Cabanillas Barrantes, 2020).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: aplicada y con la ayuda del entendimiento y teorías de ingeniería, se puede llegar a resolver la situación problemática materia de estudio, logrando la obtención del servicio eléctrico.

Diseño de investigación: tipo no experimental porque es imposible manipular las variables que se tomarán para el estudio (comparación entre sistemas ERNC para electrificación), debido a que ambas variables dependen una de la otra.

3.2. Variables y operacionalización:

Variable independiente

Estudio de alternativas ERNC.

Variable dependiente

Suministro Eléctrico del Caserío Los Ángeles, Magdalena de Cao, Ascope, La Libertad.

(La tabla N°41 operacionalización de variables estará en el anexo de tablas).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: Sistemas de energía ERNC capaz de suministrar energía eléctrica al caserío de 30 viviendas.

Muestra: Un sistema de energía ERNC para suministrar de energía eléctrica al caserío los Ángeles.

Muestreo: Será del tipo no aleatorio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Técnicas

Encuesta: Elaboración de preguntas de manera rápida a los pobladores del caserío.

Observación: Observar las condiciones ambientales, físicas y socioeconómico del caserío para determinar sus necesidades.

Análisis documental: Búsqueda de reportes meteorológicos (eólica y solar) en diferentes periodos.

Instrumentos:

Cuestionario: Se usará fichas con una serie de preguntas a los pobladores del caserío, para determinar las necesidades, máxima demanda y consumo de energía.

Guía de Observación: Se hará uso de los datos obtenidos en la cuesta, donde se especifica la relación de artefactos y su frecuencia de uso, así como las condiciones actuales del caserío.

Análisis y revisión: Mediante los softwares Atlas Solar, Atlas Eólico del Perú, Atlas Mundial del Viento, Nasa Power, se recaudará lo datos meteorológicos
(La tabla N°42 Técnicas e instrumentos estará en el anexo de tablas).

3.5. Procedimientos:

Para su desarrollo se cuenta con los siguientes pasos:

a) Primer paso:

- Determinar la relación de los artefactos y equipos eléctricos del caserío de mediante consulta a los pobladores.
- Determinar la máxima demanda, energía consumida actual y para futuras ampliaciones.

b) Segundo paso:

- Recaudación de datos de la radiación solar, velocidad del viento.
- Realizar el estudio teórico de los sistemas ERNC.

c) Tercer paso:

- Elaborar el presupuesto económico de los sistemas ERNC.

d) Cuarto paso:

- Estudiar el sistema ERNC más adecuado para dicho caserío.
- Elaborar el VAN y TIR para la viabilidad del proyecto.

3.6. Método de análisis de datos:

- Ejecutar la encuesta a los pobladores mediante Entrevista.
- Recaudación de datos meteorológicos del Atlas Solar, Atlas Eólico del Perú, Atlas Mundial del Viento, Nasa Power.
- Calcular la máxima demanda y energía consumida mediante el software Excel 2010.
- Procesamiento de los datos meteorológicos usando los softwares PVsyst 7.2. y Meteonorm 8.0.
- Diseño y presupuesto económico de ambos sistemas con los softwares Autocad 2021 y Excel 2010.
- Cálculo del VAN y TIR.

3.7. Aspectos éticos:

La información presentada por los autores de este proyecto ha sido usada con responsabilidad y veracidad, no cometiendo plagio ni falseando la información.

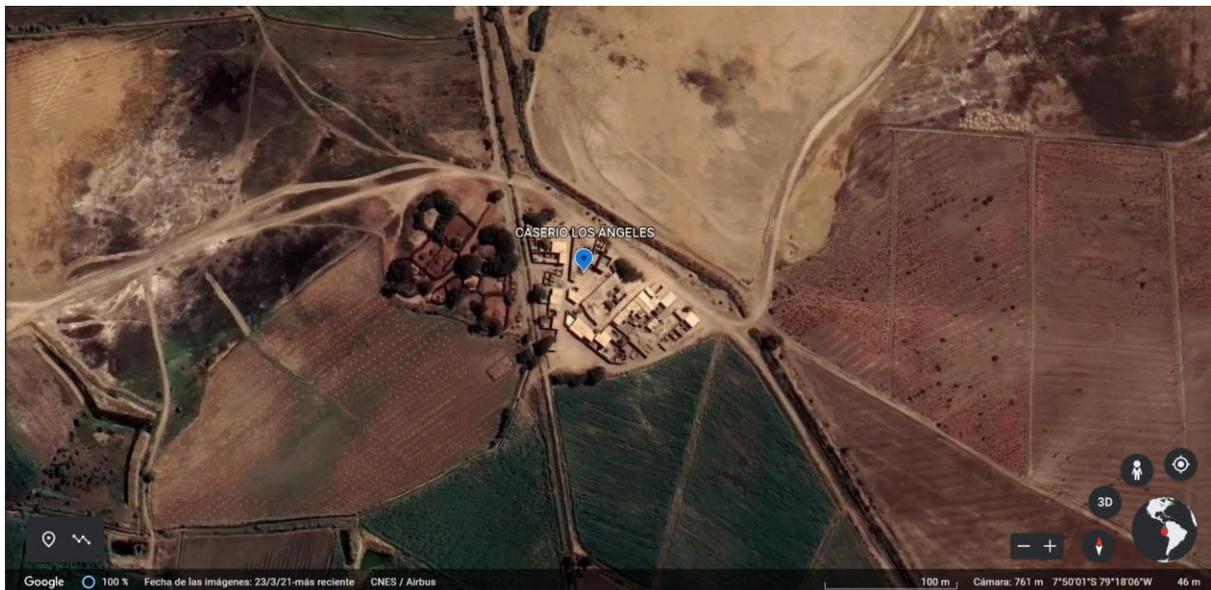
IV. RESULTADOS

4.1 Ubicación del proyecto:

El caserío Los Ángeles se encuentra ubicado en las afueras del distrito de Magdalena de Cao, provincia de Ascope en el departamento de La Libertad; contando con 30 viviendas, local comunal, escuela e iglesia; siendo una localidad costera a una distancia de 50 kilómetros al noreste de la ciudad de Trujillo, Perú. Dicha localidad cuenta con un clima promedio de 20°C, presentando garuas y lloviznas, siendo los meses de enero a abril donde se presentan eventualmente lluvias fuertes, pero de en periodo breves.

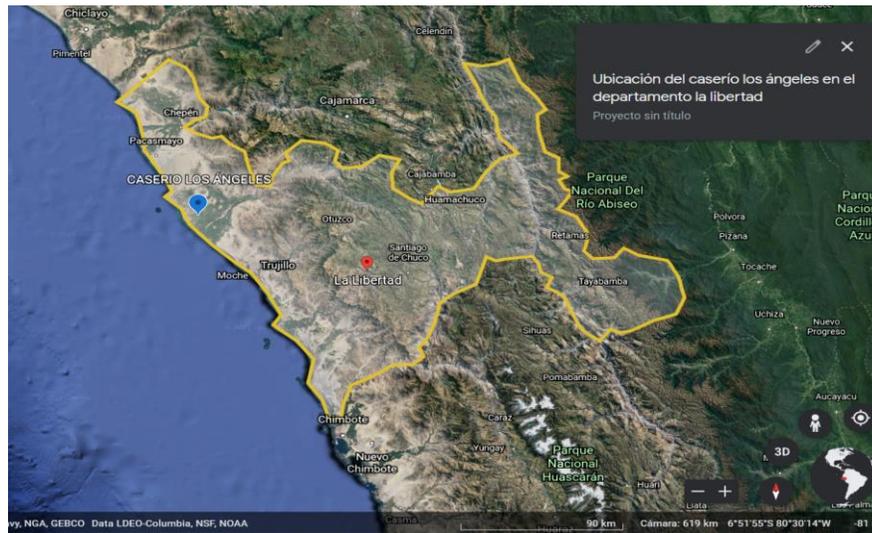
El caserío Los Ángeles cuenta con una: Latitud: -7.833656 (7°50'01.2"S); Longitud: -79.301588 (79°18'05.7"W).

Figura N°10: Mapa de ubicación del Caserío Los Ángeles



Fuente: Google Earth

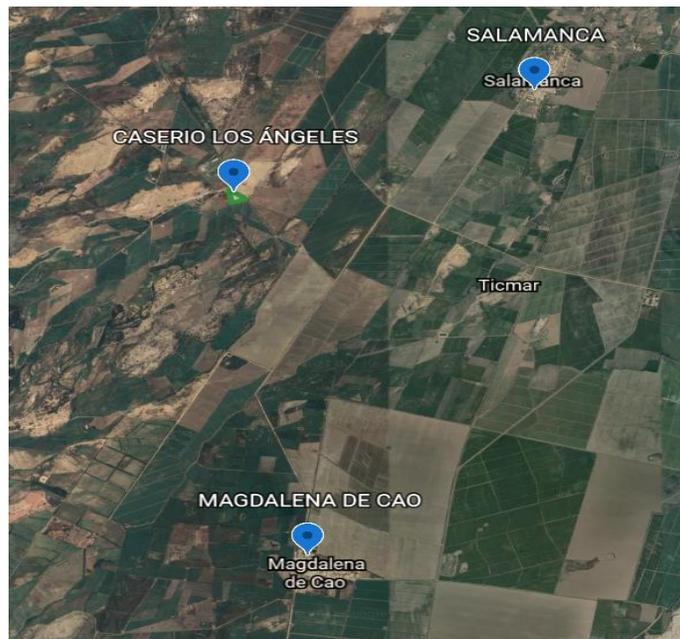
Figura N°11: Mapa del departamento de La Libertad



Fuente: Google Earth

La vía de acceso al Caserío puede ser por la zona perteneciente al pueblo de Salamanca y también por el distrito de Magdalena de Cao.

Figura N°12: Vía de acceso al Caserío



Fuente: Google Earth

Figura N°13: Viviendas del Caserío



Fuente: Elaboración propia

Figura N°14: Viviendas del Caserío



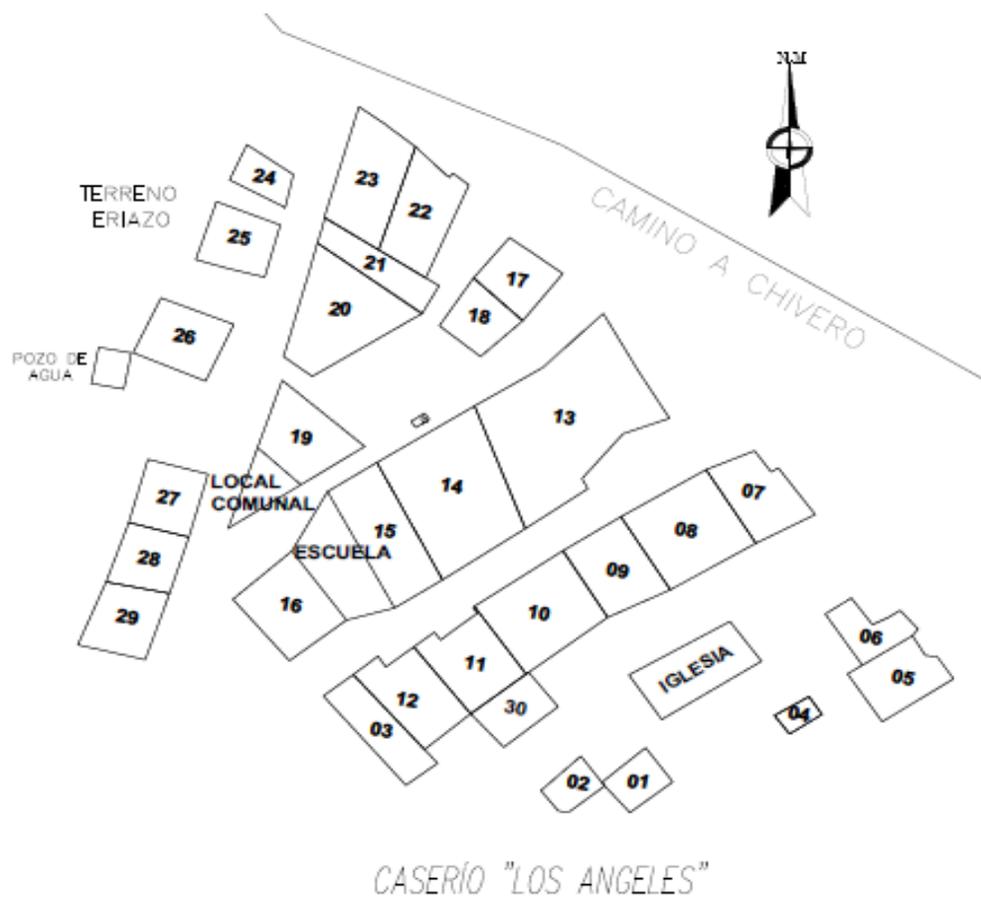
Fuente: Elaboración propia

Figura N°15: Viviendas del Caserío



Fuente: Elaboración propia

Figura N°16: Croquis del Caserío “LOS ANGELES”



Fuente: Municipalidad Distrital de Magdalena de Cao

Elaboración: Propia

La población no cuenta con acceso al servicio eléctrico debido a que, se encuentra fuera de la zona de planificación de electrificación por la concesionaria eléctrica. Por lo tanto, se propone hacer un estudio y evaluación de energías ERNC, para electrificar el caserío Los Ángeles.

Según el INEI en la región La Libertad, se ha venido dando un gran crecimiento en la población durante los últimos 70 años.

Tabla N°1: Población censada, según departamento, 1940 – 2017

POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1940 – 2017							
Departamento	1940	1961	1972	1981	1993	2007	2017
La Libertad	383 252	582 243	783 728	982 074	1 270 261	1 617 050	1 778 08

Fuente: INEI

Tabla N°2: Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada, según departamento, 1940 – 2017

TASA DE CRECIMIENTO PROMEDIO ANUAL DE LA POBLACIÓN CENSADA, SEGÚN DEPARTAMENTO, 1940 – 2017						
Departamento	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
La Libertad	2,0	2,8	2,5	2,2	1,7	1,0

Fuente: INEI

Con la información proporcionada del INEI, se obtuvo la tasa de crecimiento promedio durante los años 2007-2017, con un $i = 1,0\% = 0,01$; con ello podemos proyectar la población a 10 y 20 años a futuro, mediante la fórmula:

Fórmula: Población proyectada al número de años

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

Fuente: (Barrera Velasquez,2020)

Donde:

P_n: Población proyectada al número de años.

P₀: Población actual.

i: Tasa de crecimiento poblacional.

n: Número de años.

$$P_{10} = 88 (1 + 0.01)^{10} = 97 \text{ personas}$$

$$P_{20} = 88 (1 + 0.01)^{20} = 107 \text{ personas}$$

Con los datos de la proyección a 20 años de la población podemos calcular el número de viviendas a proyectar del mismo periodo, según la fórmula siguiente:

Fórmula: Viviendas proyectadas al número de años

$$V_n = V_o \left(\frac{P_n}{P_o} \right)$$

Donde:

V_n: Viviendas proyectadas al número de años.

V_o: Viviendas actuales.

P_n: Población proyectada al número de años.

P_o: Población actual.

$$V_{10} = 30 \left(\frac{97}{88} \right) = 33 \text{ viviendas}$$

$$V_{20} = 30 \left(\frac{107}{88} \right) = 36 \text{ viviendas}$$

La proyección a 10 años será de 33 viviendas y en 20 años será de 36 viviendas.

Luego de los cálculos previos se procedió al **desarrollo de los objetivos planteados**; siendo **el primero** de ellos el mencionado a continuación:

1.2. Determinar la máxima demanda, energía consumida existente y para futuras ampliaciones:

Con la ayuda de la encuesta realizada en el caserío se llegó a conocer la relación de artefactos eléctricos y su frecuencia de uso, a fin de realizar los cálculos necesarios para determinar: la máxima demanda y la energía consumida existente, así como proyectarlas a un periodo de 10 y 20 años, tomando como referencia el resultado de las viviendas proyectadas para ese periodo.

A continuación, se muestran los cálculos realizados:

4.2.1 CÁLCULO DE LA MÁXIMA DEMANDA

Para determinar la máxima demanda utilizamos la siguiente fórmula:

Fórmula: Máxima demanda en Watts

$$MD_W = P_W * C$$

Donde:

MD_W : Máxima demanda en Watts.

P_W : Potencia en Watts.

C: Cantidad.

Tabla N°3: Cálculo de la máxima demanda promedio por vivienda

MÁXIMA DEMANDA PROMEDIO POR VIVIENDA					
Descripción	Potencia		Cantidad	Máxima demanda parcial (W)	Máxima demanda total (kW)
	W	kW			
Foco (sala)	20	0.02	1	20	0.02
Foco (comedor)	20	0.02	1	20	0.02
Foco (cocina)	20	0.02	1	20	0.02
Foco (habitaciones)	20	0.02	2	40	0.04
Equipo de sonido	50	0.05	1	50	0.05
Celular	10	0.01	2	20	0.02
Televisor	120	0.12	1	120	0.12
Reflectores recargables	10	0.01	2	20	0.02
TOTAL MÁXIMA DEMANDA				310	0.31

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N°3, la Máxima demanda de una vivienda promedio es de 310 Watts (W) y 0.31 Kilowatts (kW).

Tabla N°4: Cálculo de la máxima demanda del colegio

MÁXIMA DEMANDA DEL COLEGIO					
Descripción	Potencia		Cantidad	Máxima demanda parcial (W)	Máxima demanda total (kW)
	W	kW			
Foco (Salón 1)	20	0.02	2	40	0.040
Foco (Salón 2)	20	0.02	2	40	0.040
Equipo de sonido	50	0.05	1	50	0.050
TOTAL MÁXIMA DEMANDA				130	0.13

Fuente: Elaboración propia

Analizando la Tabla N°4, la máxima demanda del colegio es de 130 Watts (W) y 0.13 Kilowatts (kW).

Tabla N°5: Cálculo de la máxima demanda de la iglesia

MÁXIMA DEMANDA DE LA IGLESIA					
Descripción	Potencia		Cantidad	Máxima demanda parcial (W)	Máxima demanda total (kW)
	W	kW			
Foco (sala)	20	0.02	1	20	0.020
Foco (cocina)	20	0.02	1	20	0.020
Foco (habitaciones)	20	0.02	1	20	0.020
Equipo de sonido	50	0.05	1	50	0.050
Reflectores recargables	10	0.01	2	20	0.020
TOTAL MÁXIMA DEMANDA				130	0.13

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°5, la máxima demanda de la iglesia es de 130 Watts (W) y 0.13 Kilowatts (kW).

Tabla N°6: Cálculo de la máxima demanda del local comunal

MÁXIMA DEMANDA DEL LOCAL COMUNAL					
Descripción	Potencia		Cantidad	Máxima demanda parcial (W)	Máxima demanda total (kW)
	W	kW			
Foco (Salón 1)	20	0.020	1	20	0.020
Foco (Salón 2)	20	0.020	1	20	0.020
Equipo de sonido	50	0.050	1	50	0.050
Electrobomba	746	0.746	1	746	0.746
TOTAL MÁXIMA DEMANDA				836	0.84

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N°6, la demanda máxima del local comunal es de 836 Watts (W) y 0.84 Kilowatts (kW).

4.2.2 CÁLCULO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA

Para determinar la energía consumida utilizamos la siguiente fórmula:

Fórmula: Energía consumida en kilowatts

$$E_{kWH} = P_{kW} * C * h/día$$

Donde:

E_{kWH} : Energía consumida en kilowatts.

P_{kW} : Potencia en kilowatts.

C: Cantidad.

h/día: Horas de consumo diario.

Tabla N°7: Cálculo de la energía consumida promedio por vivienda

ENERGÍA CONSUMIDA PROMEDIO POR VIVIENDA					
Descripción	Potencia kW	Cantidad	Horas de energía consumida diaria (h/día)	Total de energía consumida diaria (kWh)	Total de energía consumida mensual (kWh)
Foco (sala)	0.02	1	4	0.08	2.4
Foco (comedor)	0.02	1	4	0.08	2.4
Foco (cocina)	0.02	1	4	0.08	2.4
Foco (habitaciones)	0.02	2	2	0.08	2.4
Equipo de sonido	0.05	1	5	0.25	7.5
Celular	0.01	2	2	0.04	1.2
Televisor	0.12	1	5	0.6	18
Reflectores recargables	0.01	2	2	0.04	1.2
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA				1.25	37.5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla N°7, la energía consumida diaria promedio de una vivienda es de 1.25 kilowatts hora (kW/h).

Tabla N°8: Cálculo de la energía consumida del colegio

ENERGÍA CONSUMIDA DEL COLEGIO					
Descripción	Potencia kW	Cantidad	Horas de energía consumida diaria (h/día)	Total de energía consumida diaria (kWh)	Total de energía consumida mensual (kWh)
Foco (Salón 1)	0.02	2	2	0.08	2.4
Foco (Salón 2)	0.02	2	2	0.08	2.4
Equipo de sonido	0.05	1	5	0.25	7.5
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA				0.41	12.3

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°8, la energía consumida diaria del colegio es de 0.41 kilowatts hora (kW/h).

Tabla N°9: Cálculo de la energía consumida de la iglesia

ENERGÍA CONSUMIDA DE LA IGLESIA					
Descripción	Potencia kW	Cantida d	Horas de energía consumida diaria (h/día)	Total de energía consumida diaria (kWh)	Total de energía consumida mensual (kWh)
Foco (sala)	0.02	1	3	0.06	1.8
Foco (cocina)	0.02	1	3	0.06	1.8
Foco (habitaciones)	0.02	1	2	0.04	1.2
Equipo de sonido	0.05	1	5	0.25	7.5
Reflectores recargables	0.01	2	2	0.04	1.2
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA				0.45	13.5

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Tabla N°9, la energía consumida diaria de la iglesia es de 0.45 kilowatts hora (kW/h).

Tabla N°10: Cálculo de la energía consumida del local comunal

ENERGÍA CONSUMIDA DEL LOCAL COMUNAL					
Descripción	Potencia kW	Cantidad	Horas de energía consumida diaria (h/día)	Total de energía consumida diaria (kWh)	Total de energía consumida mensual (kWh)
Foco (Salón 1)	0.020	1	2	0.04	1.2
Foco (Salón 2)	0.020	1	2	0.04	1.2
Equipo de sonido	0.050	1	5	0.25	7.5
Electrobomba	0.746	1	1	0.746	22.38
TOTAL ENERGÍA CONSUMIDA				1.08	32.28

Fuente: Elaboración propia

Según la Tabla N°10 la energía consumida diaria del local comunal es de 1.08 kilowatts hora (kW/h).

4.2.3 CÁLCULO TOTAL DE MÁXIMA DEMANDA Y LA ENERGÍA CONSUMIDA DEL CASERIO LOS ÁNGELES

Teniendo en consideración las cargas obtenidas, se procedió a realizar el cálculo total de la máxima demanda y la energía consumida del caserío Los Ángeles, según las tablas descritas a continuación; así como la proyección a 10 y 20 años.

Tabla N°11: Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles

TOTAL DE LA MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA CONSUMIDA ACTUAL DEL CASERIO ÁNGELES					
Descripción	Cantidad	Máxima Demanda unitaria (kW)	Energía consumida unitaria (kWh/día)	Total Máxima Demanda (kW)	Total Energía consumida (kWh)
Vivienda	30	0.31	1.25	9.3	37.5
Colegio	1	0.13	0.41	0.13	0.41
Iglesia	1	0.13	0.45	0.13	0.45
Local comunal	1	0.84	1.08	0.84	1.08
TOTAL				10.4	39.44

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°11, el total de la Máxima demanda actual del caserío Los Ángeles es de 10.4 kilowatts (kW) y la energía consumida es de 39.44 kilowatts hora (kW/h).

Tabla N°12: Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles a 10 años

TOTAL DE LA MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA CONSUMIDA DEL CASERIO ÁNGELES A 10 AÑOS					
Descripción	Cantidad	Máxima Demanda unitaria (kW)	Energía consumida unitaria (kWh/día)	Total Máxima Demanda (kW)	Total Energía consumida (kWh)
Vivienda	33	0.31	1.25	10.23	41.25
Colegio	1	0.13	0.41	0.13	0.41
Iglesia	1	0.13	0.45	0.13	0.45
Local comunal	1	0.84	1.08	0.84	1.08
TOTAL				11.33	43.19

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°12, el total de la Máxima demanda del caserío Los Ángeles proyectada a 10 años es de 11.33 kilowatts (kW) y la energía consumida es de 43.19 kilowatts hora (kW/h).

Tabla N°13: Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles a 20 años

TOTAL DE LA MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA CONSUMIDA DEL CASERIO ÁNGELES A 20 AÑOS					
Descripción	Cantidad	Máxima Demanda unitaria (kW)	Energía consumida unitaria (kWh/día)	Total Máxima Demanda (kW)	Total Energía consumida (kWh)
Vivienda	36	0.31	1.25	11.16	45
Colegio	1	0.13	0.41	0.13	0.41
Iglesia	1	0.13	0.45	0.13	0.45
Local comunal	1	0.84	1.08	0.84	1.08
TOTAL				12.26	46.94

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°13, el total de la Máxima demanda del caserío Los Ángeles proyectada a 20 años es de 12.26 kilowatts (kW) y la energía consumida es de 46.94 kilowatts hora (kW/h).

Con los cálculos realizados se pudo resumir lo siguiente:

Tabla N°14: Resumen de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles

RESUMEN DE LA MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA CONSUMIDA DEL CASERIO ÁNGELES		
Descripción	Total Máxima Demanda (kW)	Total Energía consumida (kWh)
ACTUAL	10.4	39.44
PROYECTADA A 10 AÑOS	11.83	43.19
PROYECTADA A 20 AÑOS	12.26	46.94

Fuente: Elaboración propia

Como referencia se proyectó a 10 años, porque las baterías de litio en sistemas off grid o aislados tienen un tiempo de duración de ese periodo.

Luego de determinarse la máxima demanda y la energía consumida del caserío se realizó, el desarrollo del **segundo objetivo** mencionado a continuación:

1.3. Estudio teórico de los sistemas ERNC para la producción de energía eléctrica:

Para poder obtener los datos de los sistemas ERNC (eólica y solar), se recurrió a fuentes como el Atlas Eólico del Perú y Atlas Mundial del Viento, Atlas Solar Global, Solargis, Nasa Power, obteniéndose los siguientes resultados:

4.3.1 Energía eólica

Se consultaron las fuentes de recursos eólicos antes mencionados, para obtener datos de la velocidad del viento (m/s) y verificar que a una distancia de 10 mt. del nivel de terreno los valores sean iguales o superen los 5 m/s, que son los necesarios en sistemas de generación autónoma, de acuerdo a la siguiente tabla de “La Guía de Energía: un catálogo internacional de equipos de energía a pequeña escala”.

Tabla N°15: Relaciones generales entre viabilidad y velocidad del viento para uso como fuente de energía

Promedio anual de la velocidad del viento a 10 m de altura	Posibilidad de uso de la energía eólica
Menos de 3 m/s	Usualmente no es viable, a menos que existan circunstancias especiales para evaluar mejor el recurso
Entre 3 y 4 m/s	Puede ser una buena opción para equipos eólicos de bombeo de agua (Aerobombeo), poco viable para generación eléctrica con equipos eólicos (Aerogeneración).
Entre 4 y 5 m/s	Aerobombas son competitivamente económicamente a los equipos diésel, aerogeneración con sistemas autónomos es viable.
Entre 5 y 6 m/s	Viable para Aerobombeo y aerogeneración con sistemas autónomos.
Más de 6 m/s	Viable para Aerobombeo, aerogeneración con sistemas autónomos y para sistemas conectados a la red eléctrica.

Fuente: (Clancy et al. 1994, como lo citó (Mendoza Uribe, 2018)

Elaboración: Propia

4.3.1.1 Atlas Eólico del Perú:

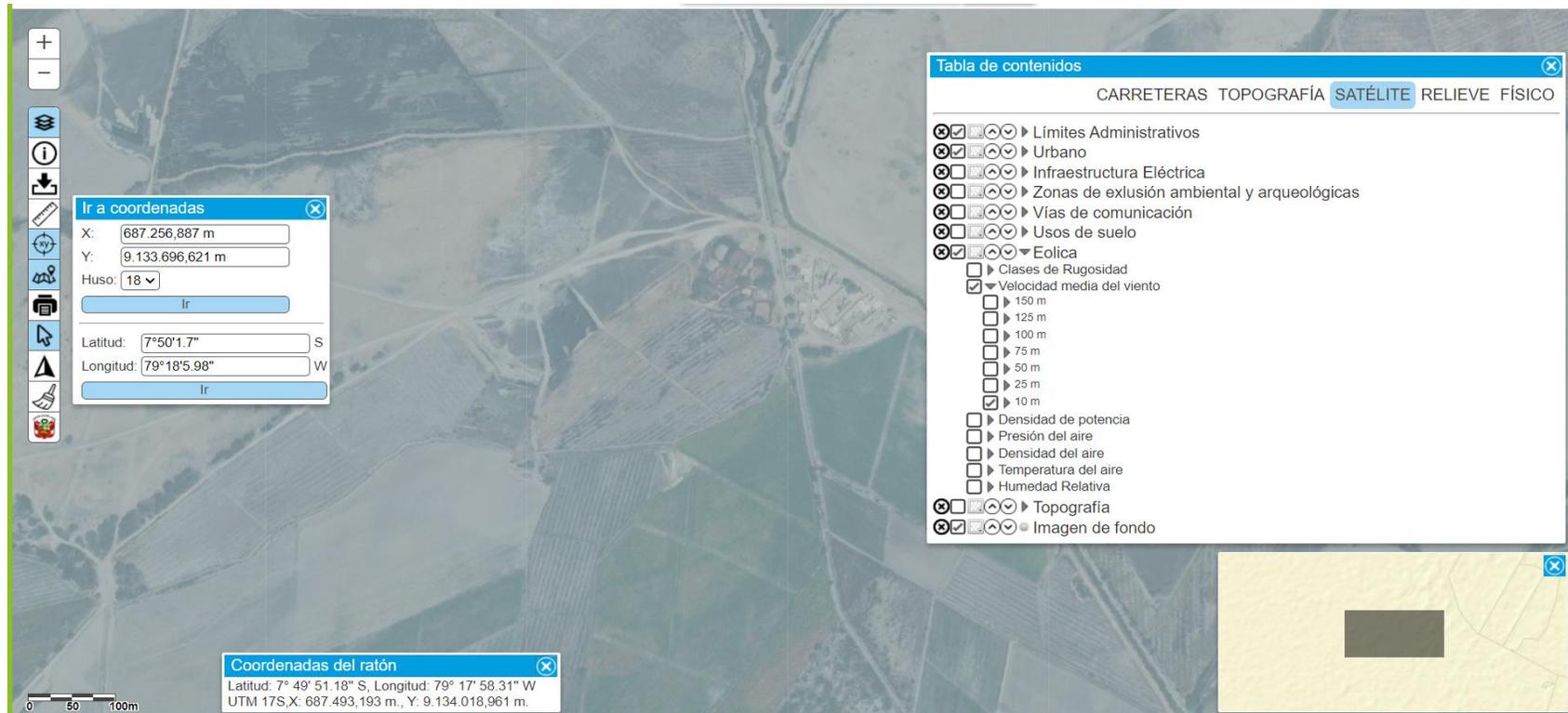
Figura N°17: Coordenadas del Caserío



Fuente: Atlas Eólico del Perú

En la figura N°17 se muestra el ingreso de las coordenadas del Caserío los Ángeles, posteriormente se procede a la ubicación del punto mostrado en la siguiente figura:

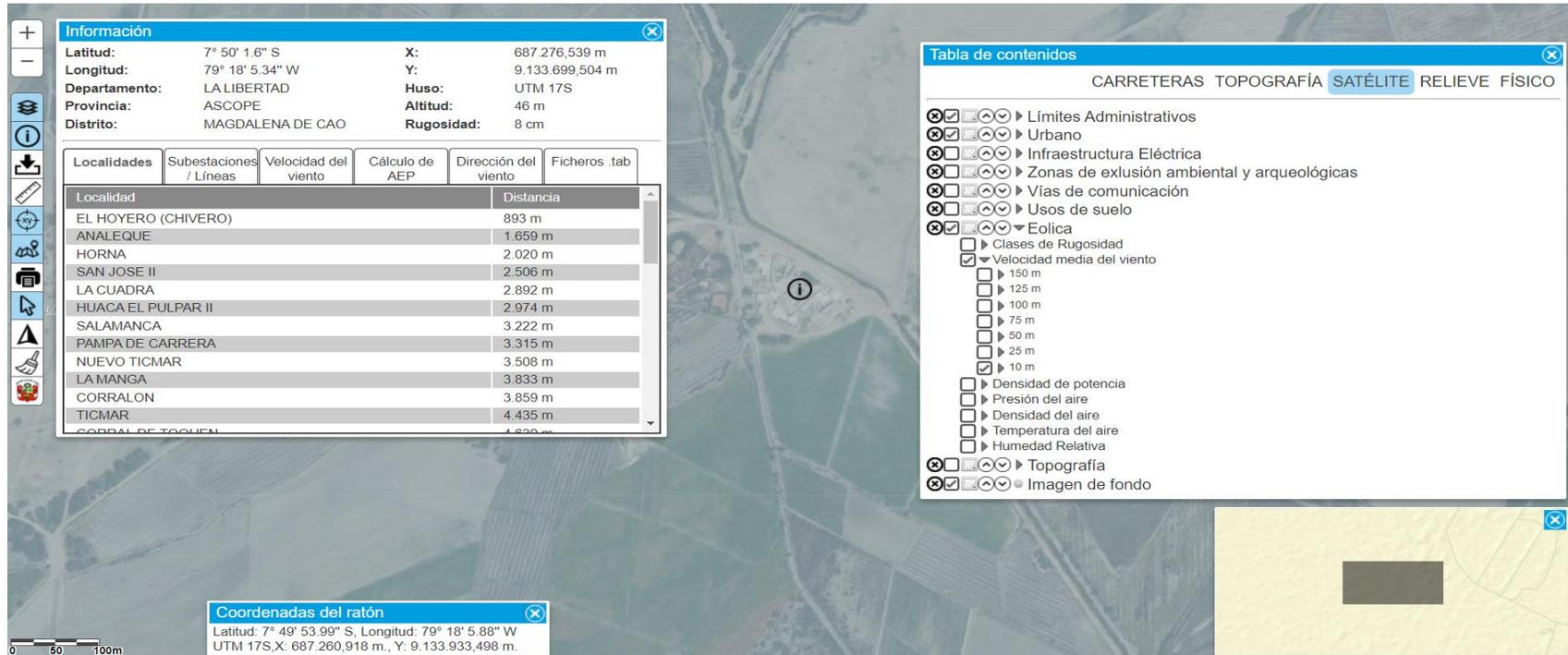
Figura N°18: Ubicación del Punto



Fuente: Atlas Eólico del Perú

Una vez ubicado el punto de estudio se procedió a la selección de los datos a 10 m de altura del área, obteniéndose los resultados mostrados a continuación:

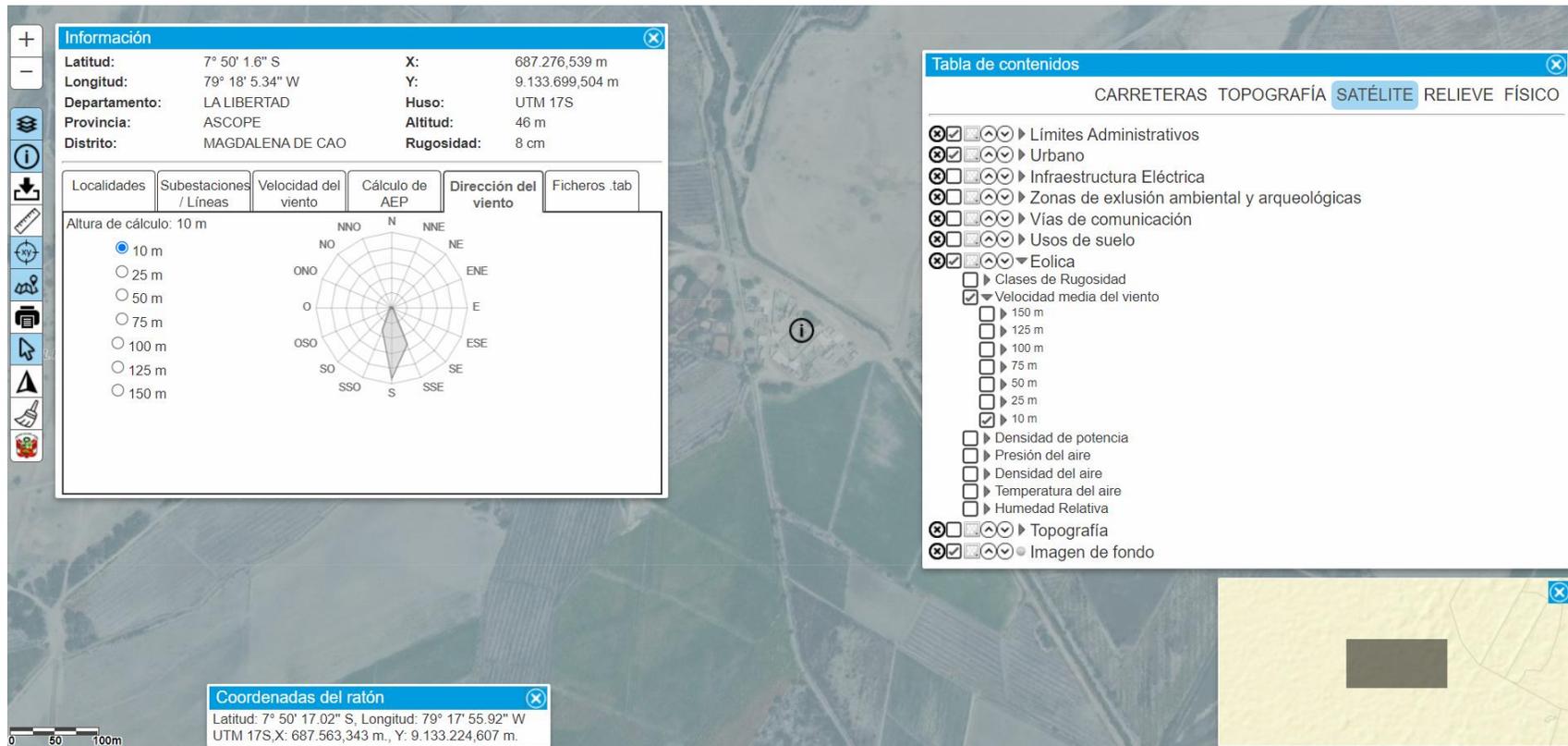
Figura N°19: Selección a 10 m, de altura



Fuente: Atlas Eólico del Perú

Se procedió a la selección de los datos a 10 m de altura del área, obteniéndose los resultados mostrados a continuación:

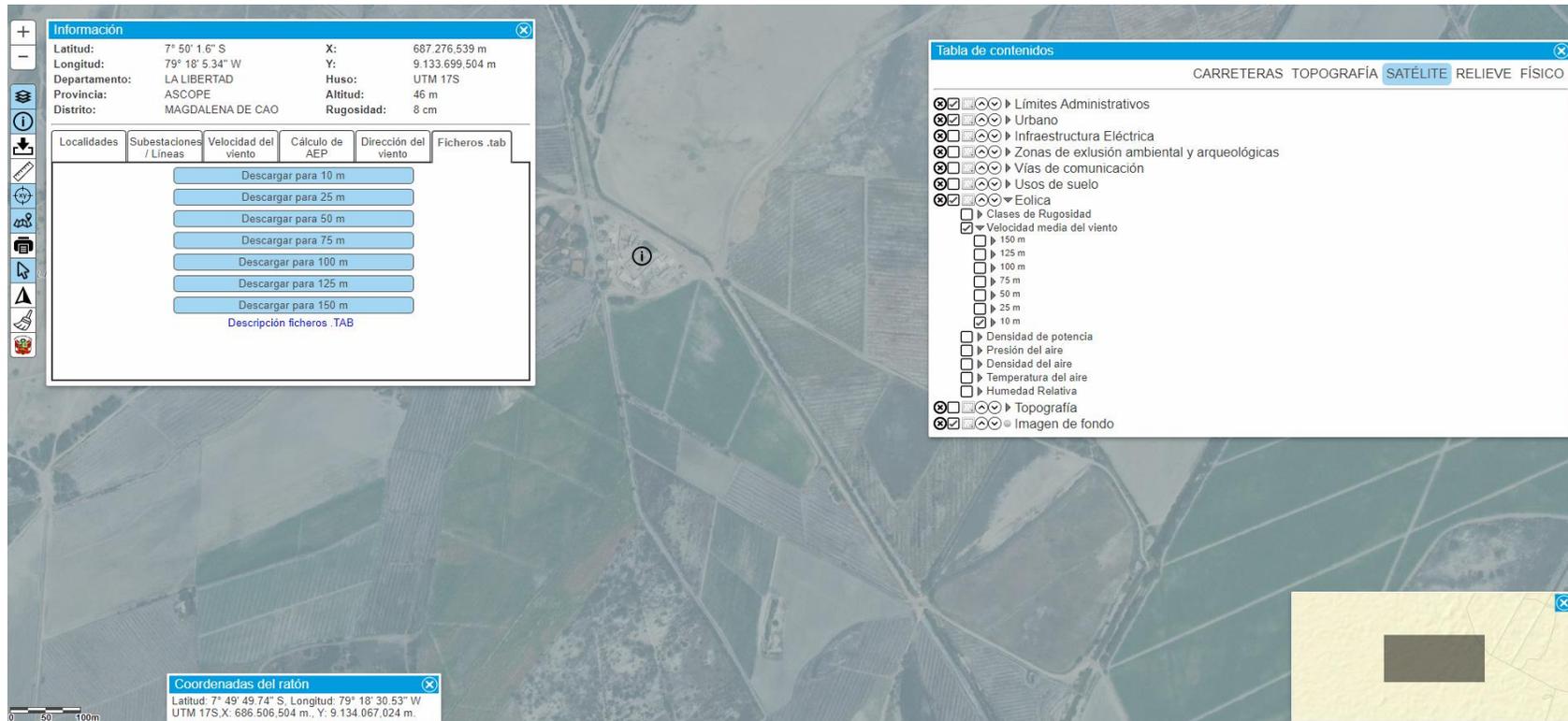
Figura N°20: Dirección del Viento



Fuente: Atlas Eólico del Perú

De acuerdo a los datos ingresados se logra obtener la dirección del viento.

Figura N°21: Datos descargados



Fuente: Atlas Eólico del Perú

En la figura N°21 se realizó a la descarga de los datos obtenidos según se muestra a continuación.

Figura N°22: Resultados de la Velocidad del Viento

VORTEX - Layout # - Vmean= 4.31
 -7.8360 -79.3000 10.0

16	1.00	0.00															
		0.17	0.10	0.24	0.31	0.39	0.69	1.53	25.98	46.74	15.49	3.26	1.72	1.41	1.18	0.54	0.26
1.00	933.33	1000.00	690.48	600.00	573.53	314.05	277.78	22.71	15.53	45.79	166.88	353.14	459.68	346.15	666.67	644.44	
2.00	66.67	0.00	309.52	400.00	382.35	603.31	529.63	77.07	54.01	146.90	389.38	455.45	512.10	625.00	333.33	355.56	
3.00	0.00	0.00	0.00	0.00	44.12	82.64	159.26	114.19	124.52	72.53	52.15	16.50	4.03	28.85	0.00	0.00	
4.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	29.63	236.46	160.32	48.35	53.89	29.70	4.03	0.00	0.00	0.00	
5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	3.70	307.86	138.60	90.85	106.04	33.00	4.03	0.00	0.00	0.00	
6.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	162.88	130.47	269.25	196.43	92.41	8.06	0.00	0.00	0.00	
7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.32	190.79	264.12	8.69	19.80	8.06	0.00	0.00	0.00	
8.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	13.54	148.19	15.39	15.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
9.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.97	34.47	29.55	7.59	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.46	12.04	3.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
11.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.12	4.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
12.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.29	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
13.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
14.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
15.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
17.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
18.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
19.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
20.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

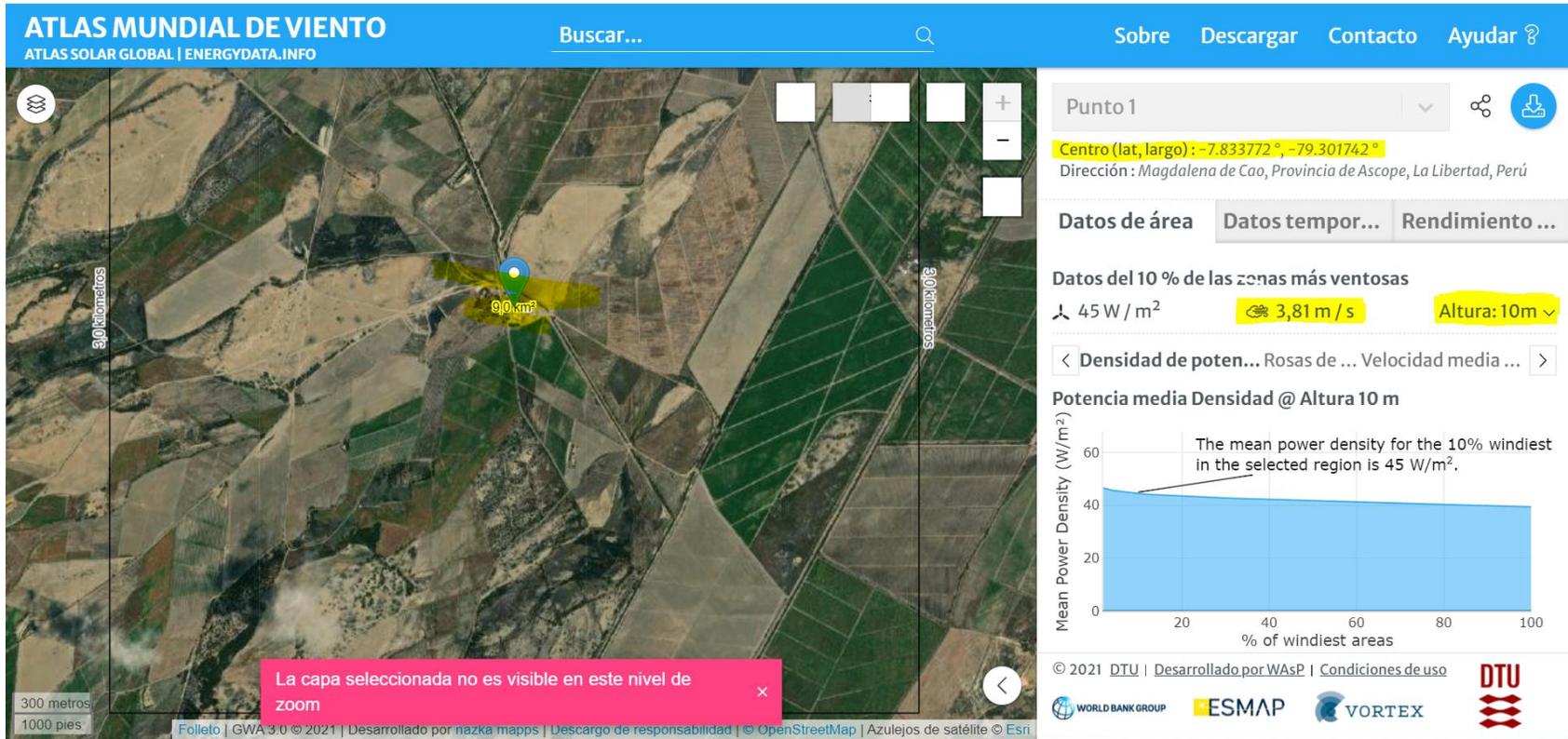
Fuente: Atlas Eólico del Perú

Según los resultados (a una altura de 10 metros) la velocidad promedio es de 4.31 m/s.

A su vez se procedió a la obtención del dato de la velocidad del viento del Atlas Mundial del Viento, para su posterior comparación con el Atlas Eólico del Perú.

4.3.1.2 Atlas Mundial del Viento:

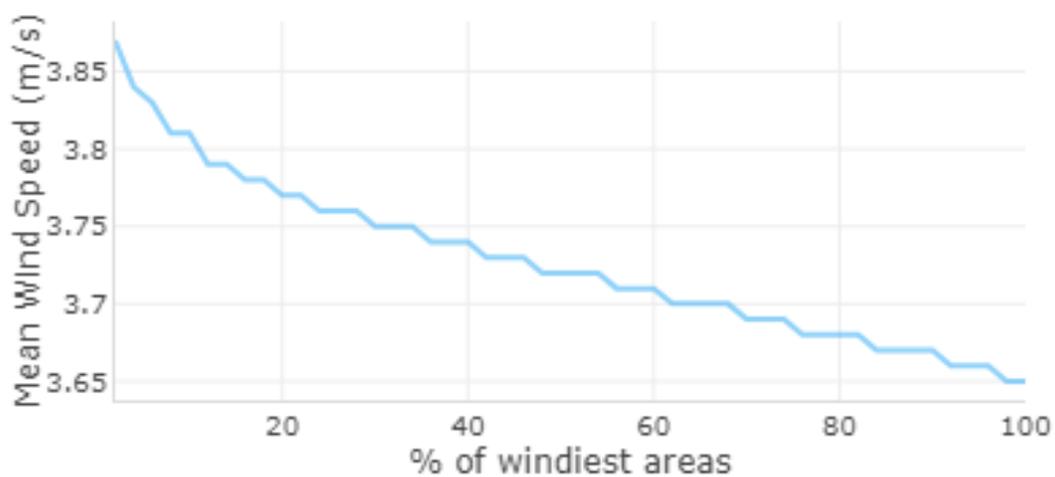
Figura N°23: Atlas Mundial del Viento



Fuente: Atlas Mundial del Viento

Se llegó a obtener una velocidad del viento de 3.81 m/s, a una altura de 10 m en el área ubicada.

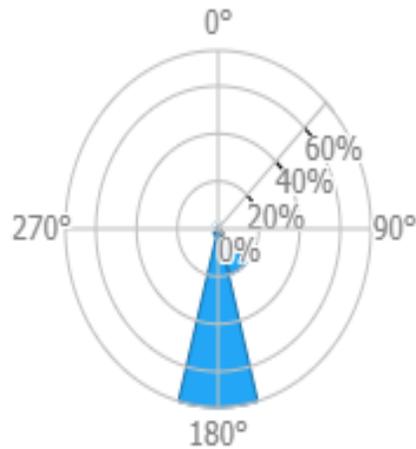
Figura N°24: Gráfica de Velocidad del Viento Promedio



Fuente: Atlas Mundial del Viento

En la Figura N°24 muestra la velocidad de viento promedio, siendo que en el 100% de las veces supera 3.65 m/s, pero solo el 10% de las veces supera el 3.8 m/s y el 2% casi nunca supera el 3.85 m/s.

Figura N°25: Gráfica de la Rosa del Viento



Fuente: Atlas Mundial del Viento

En este diagrama se muestra la frecuencia de la dirección del viento. Indicando que el 60% de las veces el viento tiene dirección sur.

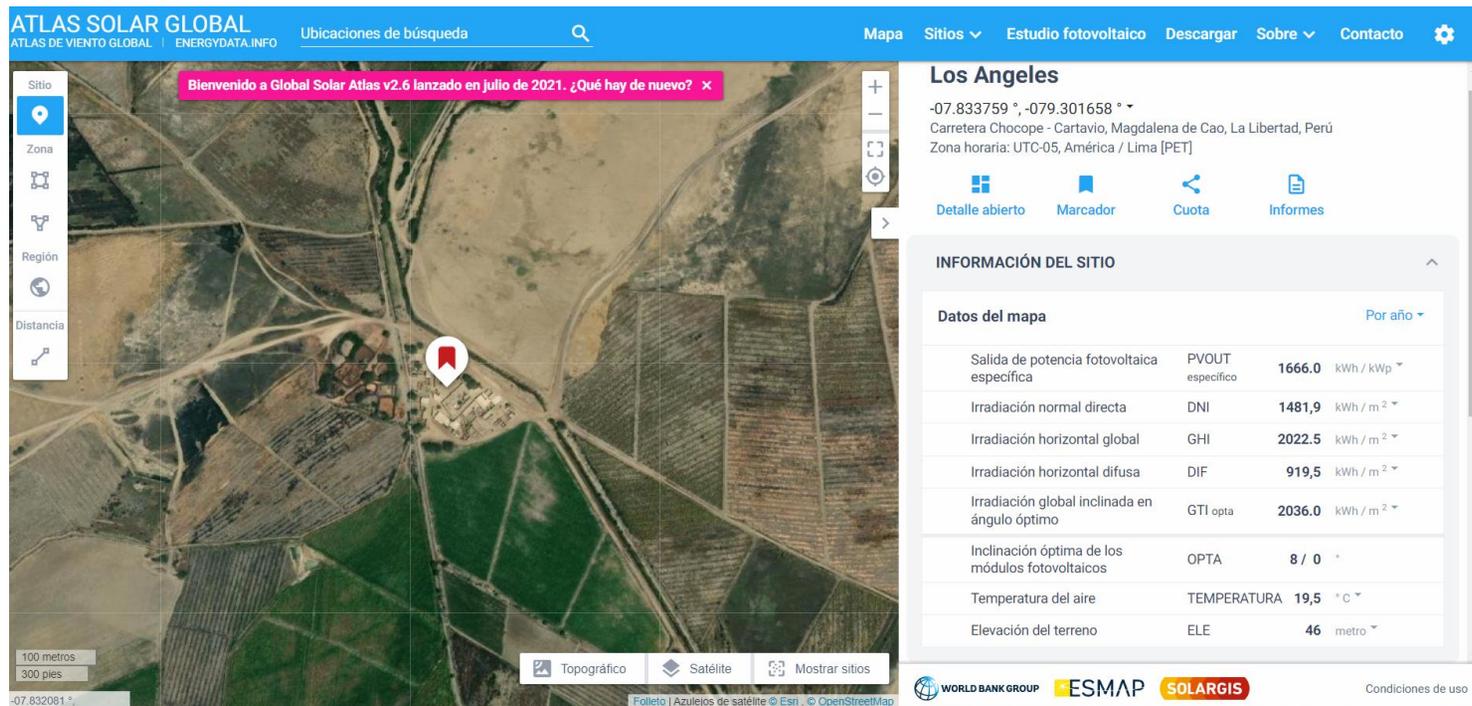
Los resultados mostraron lo siguiente: Según el Atlas Eólico del Perú, la velocidad de viento promedio a 10 metros de altura es de 4.31 m/s y según el Atlas Mundial del Viento es de 3.81 m/s también para una altura de 10 m. Debido a que la velocidad promedio obtenida de ambas bases de datos es menor a 5 m/s **se concluyó que la opción Eólica no es factible en el lugar.**

4.3.1 Energía solar

En cuanto al recurso Solar, se consultaron las fuentes de recursos solares antes mencionados, para obtener datos de radiación solar (kWh/m^2) y verificar sus niveles de irradiación solar, obteniéndose los siguientes resultados:

4.3.1.3 Atlas Solar Global

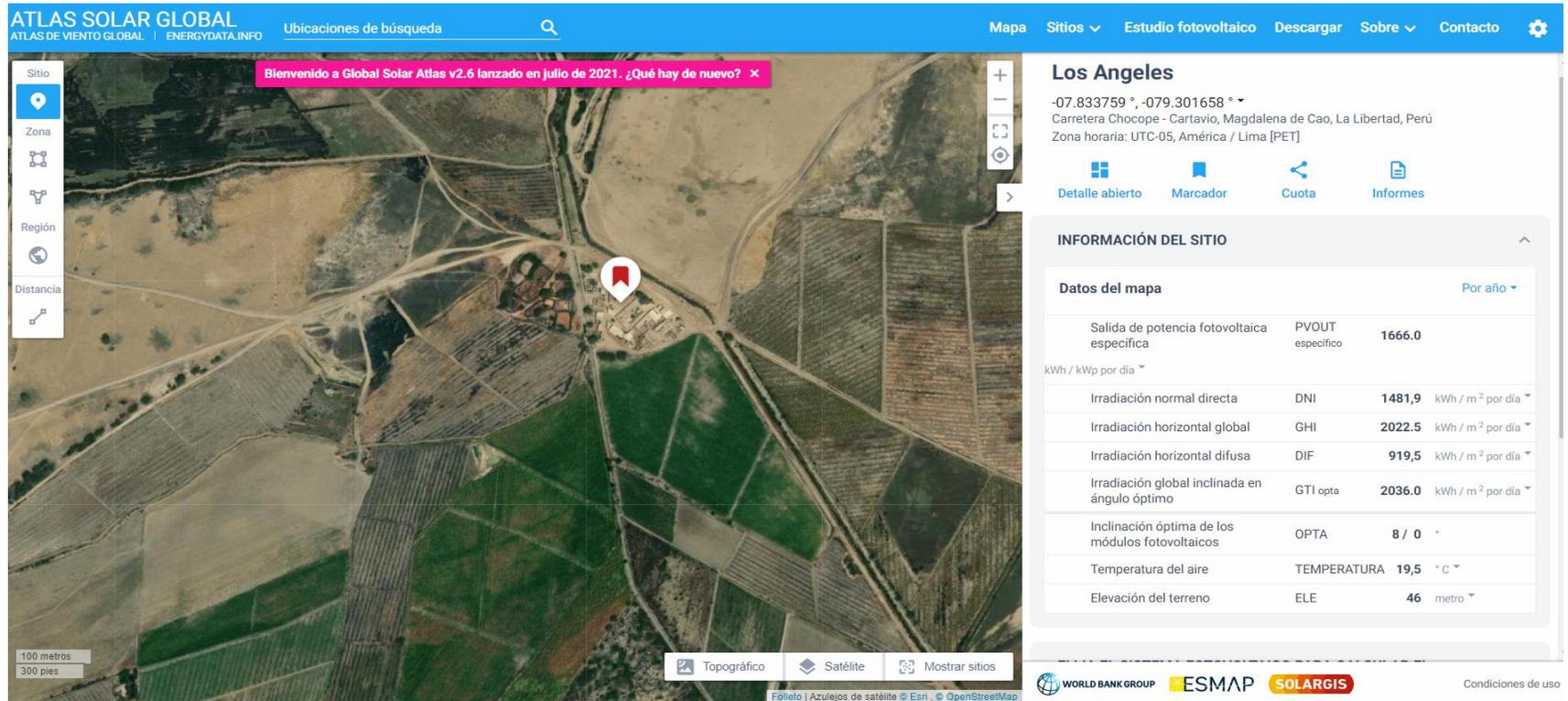
Figura N°26: Ubicación del Caserío los Ángeles



Fuente: Atlas Solar Global

En la figura N°26 se muestra el ingreso de las coordenadas del Caserío los Ángeles, posteriormente se procede a la ubicación del punto según la siguiente figura:

Figura N°27: Resultados de datos radiación



Fuente: Atlas Solar Global

Con la ubicación establecida de la Figura N°27 del lugar, se detallan los datos en cuantos a sus tipos de radiación normal (DNI), global (GHI), difusa (DIF) en kWh/m²por día.

Figura N°28: Resultados de niveles de radiación



Fuente: Atlas Solar Global

En esta Figura N°28 se aprecian los gráficos de radiación por horas, meses y finalmente por año.

Figura N°29: Perfiles Promedio por hora

Average hourly profiles
Direct normal irradiation [Wh/m²]

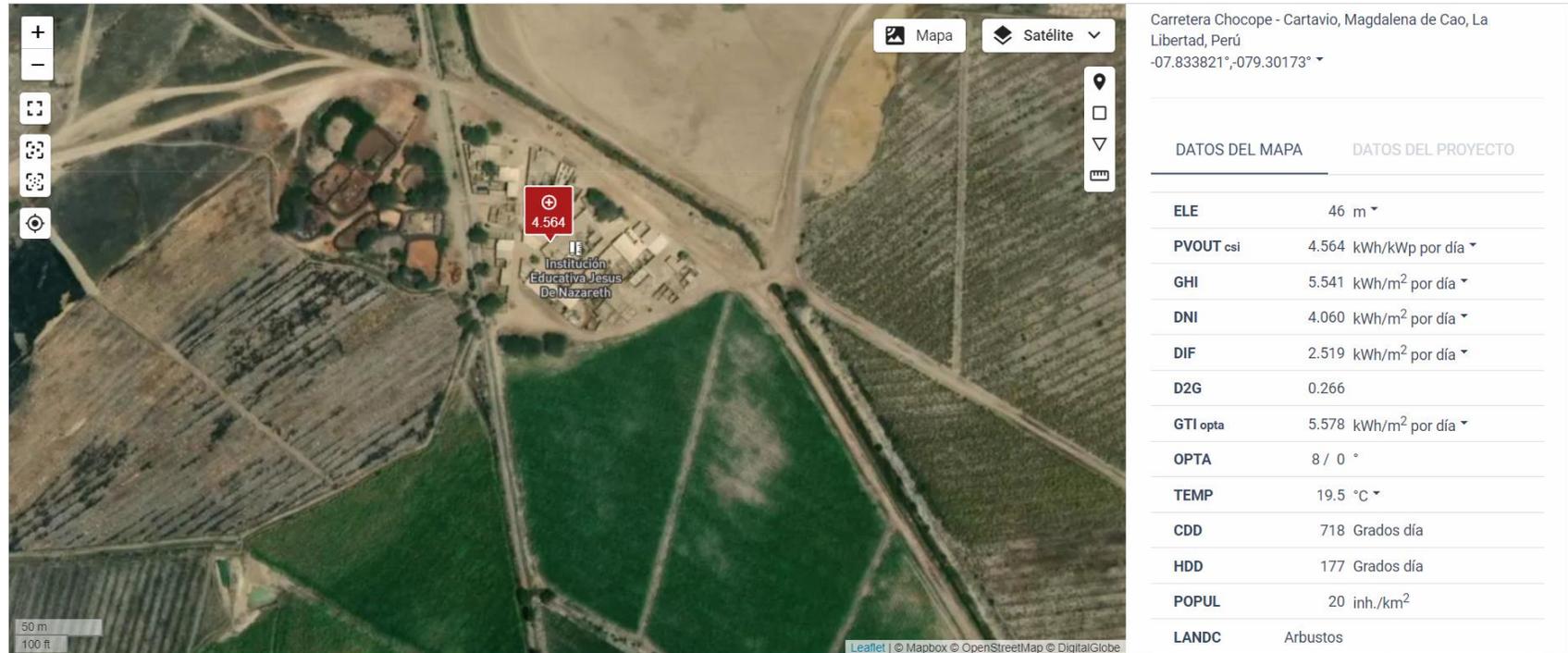
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
0 - 1												
1 - 2												
2 - 3												
3 - 4												
4 - 5												
5 - 6												
6 - 7	41	25	24	35	30	14	11	17	36	76	90	65
7 - 8	180	162	164	197	177	154	184	160	127	161	179	171
8 - 9	297	292	293	319	256	191	206	154	126	186	236	263
9 - 10	416	425	428	441	326	208	178	122	152	246	316	376
10 - 11	531	548	551	560	417	249	199	155	239	360	434	491
11 - 12	620	628	633	634	490	308	265	237	355	484	542	574
12 - 13	671	635	653	653	545	379	351	353	468	576	639	633
13 - 14	644	598	616	616	542	412	416	435	495	578	608	601
14 - 15	554	515	506	534	493	404	435	449	464	511	546	532
15 - 16	448	416	384	429	420	373	426	419	387	403	438	424
16 - 17	307	280	256	302	311	294	354	325	267	270	303	293
17 - 18	166	156	133	146	130	139	198	176	125	118	147	155
18 - 19	31	32	13	5			8	7	4	4	5	13
19 - 20												
20 - 21												
21 - 22												
22 - 23												
23 - 24												
Sum	4905	4713	4655	4873	4137	3124	3232	3010	3245	3973	4483	4589

Fuente: Atlas Solar Global

En la Figura N°29 muestra la irradiación promedio por hora de 6 am hasta las 6 pm, de todos los meses del año siendo que: en el mes de agosto de 3010 Wh/m² el más bajo y el del mes de enero de 4905 Wh/m² el más alto.

4.3.1.4 Solargis:

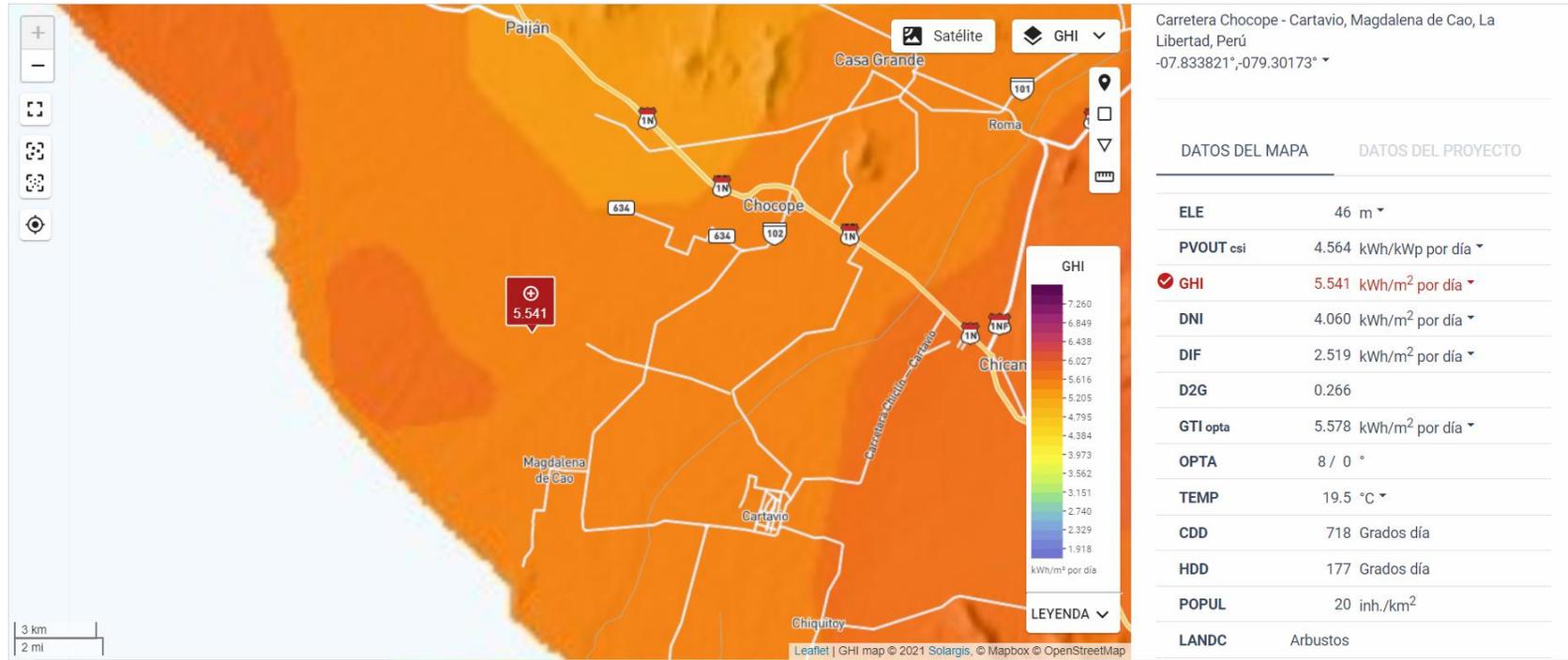
Figura N°30: Resultados de Datos Radiación



Fuente: Solargis

En la Figura N°30 nos proporciona los datos de radiación solar en cuantos a sus tipos de radiación normal (DNI), global (GHI), difusa (DIF) en kWh/m² por día.

Figura N°31: Resultados de Datos Radiación

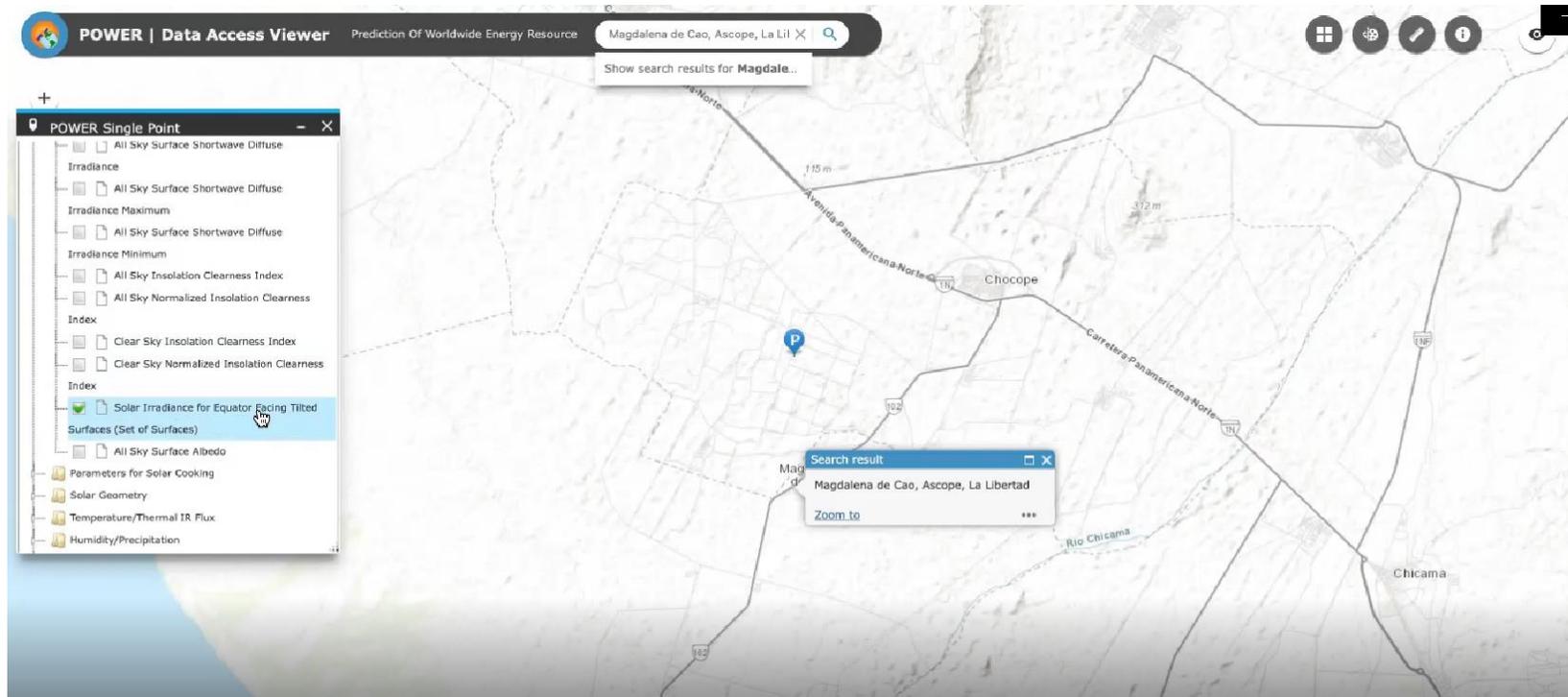


Fuente: Solargis

En esta Figura N°31 muestra que el valor hallado en cuanto a su radiación global (GHI), es de 5.541 kWh/m² por día.

4.3.1.4: Nasa Power

Figura N°32: Resultados de la Nasa Power



Fuente: Nasa Power

En la figura N°32, muestra el punto de ubicación y los datos a seleccionar.

Figura N°33: Resultados de la Nasa Power

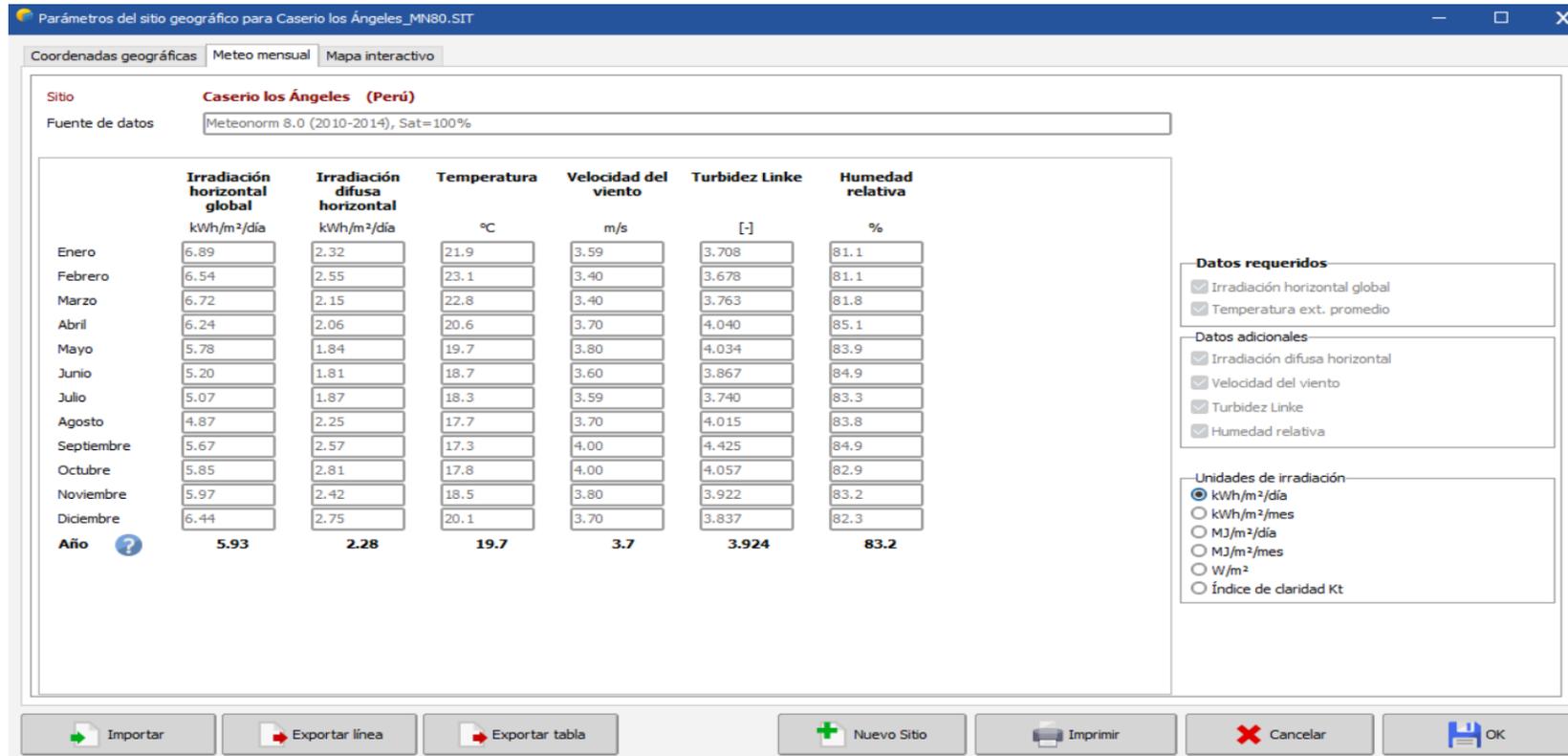
-BEGIN HEADER-													
NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Climatology Climatologies													
30-year Meteorological and Solar Monthly & Annual Climatologies (January 1990 - December 2019)													
Location: Latitude -7.8037 Longitude -79.2569													
Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 147.69 meters													
Value for missing model data cannot be computed or out of model availability range: -999													
Parameter(s):													
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Horizontal Surface (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Minus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Tilt (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Latitude Plus 15 Tilt (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance for Equator Facing Vertical Surface (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal (kW-hr/m^2/day)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance Optimal Angle (Degrees)												
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORI	SRB V3/CERES SYN1deg Solar Irradiance Tilted Surface Orientation (N/S Orientation)												
-END HEADER-													
PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
SI_EF_TILTED_SURFACE_HORIZONTAL	6.03	5.85	5.82	5.81	5.17	4.43	4.44	4.67	5.3	5.81	6.2	6.13	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_MINUS15	5.85	5.76	5.83	5.93	5.37	4.63	4.63	4.8	5.35	5.76	6.04	5.93	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_LATITUDE	5.82	5.74	5.82	5.94	5.4	4.66	4.65	4.81	5.35	5.75	6.01	5.89	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_LAT_PLUS15	5.21	5.33	5.61	5.96	5.6	4.91	4.86	4.88	5.25	5.42	5.44	5.23	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_VERTICAL	1.75	1.74	2.01	2.87	3.31	3.16	3.02	2.63	2.18	1.73	1.76	1.77	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL	6.03	5.85	5.83	5.99	5.61	4.94	4.88	4.89	5.35	5.81	6.2	6.13	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG	0	0	4	16.5	26.5	30.5	28.5	20.5	9.5	0	0	0	-999
SI_EF_TILTED_SURFACE_OPTIMAL_ANG_ORI	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	

Fuente: Nasa Power

En cuanto a los datos brindado por la Nasa Power en la figura N°33, nos detalla la radiación de acuerdo a su superficie de inclinación en todos los meses del año, de enero a diciembre.

4.3.1.5: Software PVsyst 7.2

Figura N°34: Resultados del software PVsyst 7.2, con la fuente Meteororm 8.0



Fuente: PVsyst 7.2

Con la ayuda del software PVsyst7.2 procesamos los datos de la radiación solar y velocidad del viento del caserío Los Ángeles, obtenidos a través del software meteorológico Meteororm 8.0, en donde observamos que la velocidad del viento no supera los 5 m/s.

Con los resultados obtenidos de las fuentes consultadas como son: el Atlas Solar Global, siendo este de 1487.2 kWh/m² por año, del Solargis de 5.541 kWh/m² por día y de la Nasa Power de los meses del año, siendo el mes de Junio el más bajo de 4.43 kWh/m² y Diciembre el más alto de 6.13 kWh/m² y del software PVsyst 7.2 de 4.87 kWh/m²/día y con velocidad de viento de menos 4 m/s, **Se concluye que:** la opción de **Energía Solar es la más factible** a desarrollar en el Caserío los Ángeles.

Luego de haberse desarrollado el análisis de las energías eólica y solar y seleccionado la mejor alternativa, se procedió al desarrollo del **tercer objetivo:**

4.4. Elaborar el presupuesto económico para los sistemas ERNC.

Para desarrollar los sistemas ERNC (solar), procedemos a realizar el dimensionamiento de sus componentes y elaborar el presupuesto de cada uno de ellos: sistema off grid, sistema on grid (sin baterías) a fin de hacer su comparación para determinar cuál de ellos es la más conveniente.

4.4.1 Cálculo del dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico; Off Grid y On Grid:

Para desarrollar los cálculos previos de los sistemas de energía solar fotovoltaica nos basamos en: los cálculos realizados en los ítems 4.2.3, referente a la **Máxima demanda** y **Energía consumida**; así como en los datos en **fuentes de radiación solar** para determinar la **irradiación mensual promedio (HSP)**.

En el diseño de este sistema se está considerando una vida útil promedio de 20 años, debido a que es el periodo de durabilidad de los módulos fotovoltaicos, pero se hace mención que a los 10 años se tendrá que cambiar las baterías por ser su periodo de duración, cómo se detallan a continuación:

- **Máxima demanda y Energía consumida del Caserío Ángeles:**

Tabla N°16: Total de la máxima demanda y energía consumida del Caserío Ángeles actual y proyectada

TOTAL DE LA MÁXIMA DEMANDA Y ENERGÍA CONSUMIDA DEL CASERIO ÁNGELES		
Descripción	Total Máxima Demanda (kW)	Total Energía consumida (kWh)
ACTUAL	10.4	39.44
PROYECTADA A 10 AÑOS	11.33	43.19
PROYECTADA A 20 AÑOS	12.26	46.94

Fuente: Elaboración propia

- **Determinación de la Irradiación mensual promedio del Caserío Los Ángeles**

Tabla N°17: Irradiación mensual promedio del Caserío Los Ángeles

PERFILES PROMEDIO DE IRRADIACIÓN MENSUAL DIRECTA (KWH/M2/DÍA)											
ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
6.89	6.54	6.72	6.24	5.78	5.20	5.07	4.87	5.67	5.85	5.97	6.44

Fuente: elaboración propia

En la Tabla N°17 describe los datos de irradiación solar obtenidos del software Meteonorm 8.0 de todos los meses con valores bajos y altos; se tomó como referencia a esta fuente por tener los valores balanceados, a diferencia de los otros.

Para los siguientes cálculos, **se selecciona** el mes de **Agosto**, por tener la irradiación solar más baja con **4.87 kWh/m²**.

Se procede a calcular los niveles de radiación solar del caserío los Ángeles a fin de conocer la energía solar disponible en esa zona y a su vez evaluar el comportamiento de los componentes del sistema fotovoltaico.

- **Cálculo de las horas solar pico (HSP):**

Fórmula: Hora solar pico

$$HSP = \frac{G}{I_{CEM}}$$

Fuente: (Cabanillas Barrantes, 2020)

$$HSP = \frac{4870 \frac{Wh}{m^2}}{1000W/m^2}$$

$$HSP = 4.87h$$

Donde:

G: Irradiación solar media al día de las horas del mes más bajo, siendo su valor 4.87 kWh/m².

ICEM: Potencia de radiación incidente, en W/ m², según las condiciones de medida estándar (CEM) siendo su valor 1000 W/ m².

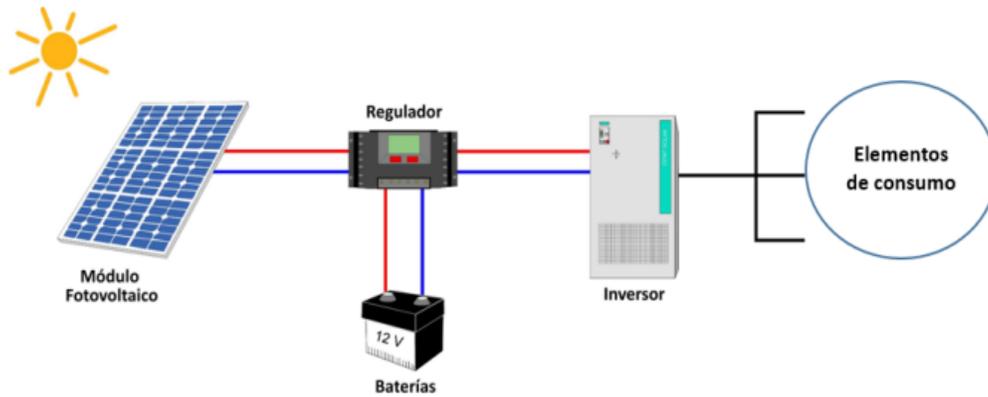
- **Inclinación del módulo fotovoltaico**

Según la RD 003-2007-EM/DGE, la orientación e inclinación de los módulos fotovoltaicos se obtiene sumando la latitud más 5°. Siendo los datos del lugar en referencia a su latitud: por el sur 7°50'01.2"S (- 2) y por el oeste 79°18'05.7"W (- 79.301588), en cuanto a su estructura de soporte del módulo el mínimo grado de inclinación será de 15° en dirección al sol (norte magnético) a fin de brindar seguridad a la instalación. (MINEM, 2007).

Con los cálculos previos podemos dimensionar los sistemas Fotovoltaico Aislado (Off Grid) y Sistema Fotovoltaico interconectado a la red eléctrica (On Grid), haciendo uso de cálculos mediante fórmulas y a través del Software PVsyst 7.2. como describimos a continuación:

A. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico Aislado (Off Grid):

Figura N°35: Sistema Fotovoltaico aislado (off grid)



Fuente: cenitsolar.com

Se debe tener en consideración el cálculo de los días de autonomía de las baterías, siendo este los días que no se cuentan con suficiente radiación solar, como se indica en la siguiente tabla adjunta:

Tabla N°18: Selección de días de autonomía

CLIMA LOCAL	DÍAS DE AUTONOMÍA
Muy nubosos	4
Variables	3
soleados	2

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N°18, se considera 3 días de autonomía como promedio; por ser una zona con irradiación balanceada.

Se estima un **consumo diario al año N°20** para el caserío de: **46.94 kWh**, cabe señalar que tal consumo no considera los valores en pérdidas entre los componentes del sistema (regulador, baterías e inversor), que se encuentran entre los módulos fotovoltaicos y las viviendas.

a. Cálculo: Rendimiento Global (R):

Fórmula: Rendimiento Global

$$R = (1 - K_b - K_i - K_r - K_v) (1 - K_a N / PD)$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1 - 0.05) (1 - 0.005 * 3 / 0.7)$$

$$R = 0.733$$

Donde:

R: Rendimiento Global (Energía captada). K_b: Pérdida por rendimiento (batería).

K_i: Pérdida (inversor).

K_r: Pérdidas (controlador).

K_v: Pérdidas (diversas).

K_a: Pérdidas (por auto descarga).

N: Número de días (de autonomía).

PD: Profundidad (descarga de la batería).

b. Cálculo: Energía a Distribuir en Corriente Alterna (Lmd)

Fórmula: Energía a Distribuir en Corriente Alterna (Lmd)

$$l_{md,AC} = \frac{ET_{20}}{R}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$l_{md,AC} = \frac{46.94 \text{ kWh}}{0.733}$$

$$l_{md,AC} = 64.038 \text{ kWh/día}$$

Donde:

Lmd, AC: Energía Real (Distribuir en AC).

ET: Energía Diaria a ser Distribuida a 20 años.

R: Rendimiento Global.

c. Cálculo: Potencia del generador fotovoltaico

Fórmula: Potencia del generador fotovoltaico

$$P = \frac{l_{md}}{HSP}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

Teniéndose en cuenta los datos de la siguiente tabla:

Tabla N°19: Tensión de trabajo

TENSIÓN RECOMENDADA	CONSUMO (Wh)
12V	<1000 Wh
24V	<2400 Wh
48V	>2400 Wh

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N°19, para la tensión de trabajo se considera 48 V.

- **Conexión en serie:**

Fórmula: Número de módulos (conexión serie)

$$N_S = \frac{V_{sist}}{V_{mód}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$N_S = \frac{48V}{41.7V}$$
$$N_S = 1.15$$

Donde:

N_S : Número módulos (serie).

V_{sist} : Tensión nominal (sistema).

$V_{mód}$: Tensión nominal (vmp) (módulos).

Con los cálculos obtenidos el resultado del número de módulos en serie es de 1.15 siendo valor fraccionario, por tanto, se promedia a 2 módulos, para su configuración más adelante.

- **Conexión en paralelo**

Fórmula: Número de módulos (conexión paralelo)

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$N_p = \frac{34\text{mód}}{2}$$

$$N_p = 17\text{mód}$$

Donde:

N_p : Número de módulos (paralelo).

N_T : Número total (módulos).

N_s : Número de módulos (serie).

De los resultados dados, se considera la cantidad de 17 módulos fotovoltaicos en paralelo.

f. Cálculo del Regulador de Carga:

Para el número de reguladores se considera los controladores del tipo Smart Solar MPPT 150V 100A VICTRON. En referencia a configuración, se determina el uso de 36 módulos y 4 reguladores iguales; uno por cada 8 módulos. Ficha técnica en anexo N°

Figura N°36: Regulador de Carga



Fuente: Autosolar

De acuerdo a las configuraciones de los módulos y del regulador, se realiza los cálculos para los valores máximos del arreglo fotovoltaico ($V_{\text{max.A.FV}}$), ($I_{\text{max.A.FV}}$) y ($P_{\text{max.A.FV}}$).

- **Voltaje máximo del arreglo fotovoltaico**

Fórmula: Voltaje máximo del arreglo fotovoltaico

$$V_{\text{max.A.FV}} = V_{\text{mpp.modf}} * N_{\text{S.A.mod,f}}$$

$$V_{\text{max.A.FV}} = 41.7\text{V} * 3$$

$$V_{\text{max.A.FV}} = 125.1\text{V}$$

Donde:

$V_{\max.A.FV}$: Voltaje máximo del arreglo fotovoltaico.

$V_{mpp.mod,f}$: Voltaje de máxima potencia del módulo fotovoltaico.

$N_{S.A.mod,f}$: Número de módulos en serie del arreglo fotovoltaico.

- **Intensidad máxima del arreglo fotovoltaico**

Fórmula: Intensidad máxima del arreglo fotovoltaico

$$I_{\max.A.FV} = I_{mpp.mod,f} * N_{P.A.mod,f}$$

$$I_{\max.A.FV} = 9.60 * 3$$

$$I_{\max.A.FV} = 28.8$$

Donde:

$I_{\max.A.FV}$: Corriente máxima del arreglo fotovoltaico.

$I_{mpp.mod,f}$: Corriente de máxima potencia del módulo fotovoltaico.

$N_{P.A.mod,f}$: Número de módulos en paralelo del arreglo fotovoltaico.

- **Potencia máxima del arreglo fotovoltaico**

Fórmula: Potencia máxima del arreglo fotovoltaico

$$P_{\max.A.FV} = V_{\max.A.FV} * I_{\max.A.FV}$$

$$P_{\max.A.FV} = 125.1V * 28.8A$$

$$P_{\max.A.FV} = 3603 W$$

Donde:

$P_{\max.A.FV}$: Potencia máxima del arreglo fotovoltaico.

$V_{\max.A.FV}$: Voltaje máximo del arreglo fotovoltaico.

$I_{\max.A.FV}$: Corriente máxima del arreglo fotovoltaico.

Entonces la potencia situada es de:

$$P_{\max.A.FV} = N_{mod,f} * P_{mpp}$$

$$P_{\max.A.FV} = 9 * 400W$$

$$P_{\max.A.FV} = 3600 W$$

Con los resultados obtenidos en 36 módulos y 4 reguladores.

Siendo la potencia pico instalada de:

$$P_{\text{total}} = 36\text{mod} * 400Wp$$

$$P_{\text{total}} = 14400Wp$$

Entonces su potencia es de 14.4 kWp.

- Área del terreno que se empleará por los módulos fotovoltaicos:

$$A_{\text{terreno}} = N_{\text{mod.f}} * \text{alto} * \text{ancho}$$

$$A_{\text{terreno}} = 36 * 2.008m * 1.002m$$

$$A_{\text{terreno}} = 73m^2$$

- **Corriente máxima al regulador**

Factor de seguridad para evitar daños ocasionales al Regulador: 1,25

Fórmula: Corriente máxima al regulador

$$I_{\text{max,reg}} = 1.25 * I_{\text{mód,sc}} * N_p$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$I_{\text{max,reg}} = 1.25 * 10.36\text{Amp} * 3_{\text{mod}}$$

$$I_{\text{max,reg}} = 38.85 \text{ Amp}$$

Donde:

$I_{\text{max,reg}}$: Intensidad de máxima, regulador. El factor de seguridad del regulador:1.25.

$I_{\text{mod, sc}}$: Intensidad de cortocircuito del módulo. N_p : Número de Paneles en paralelo.

- **Voltaje máximo al regulador**

Fórmula: Voltaje máximo al regulador

$$V_{\text{max,reg}} = 1.25 * V_{\text{oc.mód,f}} * N_{S,\text{mod,f}}$$

$$V_{\text{max,reg}} = 1.25 * 49.8v * 3_{\text{mod}}$$

$$V_{\text{max,reg}} = 186.75 v$$

Donde:

$V_{\max,reg}$: Voltaje máximo al regulador. El factor de seguridad del regulador:1.25.

$V_{mod, oc}$: Voltaje de cortocircuito del módulo. N_s : Número de Paneles en serie.

Según los cálculos realizados se define el uso de 4 controladores solares de 100 A, con tensión de 250V y con una potencia de 5800 W, cada regulador.

- **El número de String** (conectados a cada regulador)

Fórmula: El número de String

$$N_{\text{string,reg}} = \frac{N_{P_{\text{mod,f}}}}{N_{P_{\text{reg}}}}$$

Fuente: (Bernilla Rufasto 2020)

$$N_{\text{string,reg}} = \frac{9}{3}$$

$$N_{\text{string,reg}} = 3$$

Dónde:

$N_{\text{string,reg}}$: Número de string, regulador. I_{Re} : Intensidad máxima de regulador.

$I_{\text{máx., e}}$: Intensidad máxima de entrada del regulador.

Se contará con 3 string de módulos por regulador.

g. Cálculo del Sistema de Acumulación:

Para el sistema de acumulación se tuvo en cuenta algunos criterios a considerar, uno de ellos son los días de autonomía, el cual por contar la zona con un clima variable se llegó a determinar 3 días en caso de no haber suficiente radiación solar; mediante la siguiente ecuación:

Dónde:

C_n : Capacidad nominal del banco de baterías. (Ah)

- Consumo de energía medio en Ah/día (Q_{Ah}):

Fórmula: Consumo de energía medio en Ah/día

$$Q_{Ah} = \frac{L_{md}}{V_{bat}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$Q_{Ah} = \frac{64038Wh/día}{12 V}$$

$$Q_{Ah} = 5336.5 Ah$$

Dónde:

Q_{Ah} : Consumo de energía medio en Ah/día. L_{md} : Energía real a distribuir (diario).

V_{bat} : Voltaje (batería).

- Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima (C_{nd}):

Fórmula: Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima

$$C_{nd} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{max}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$C_{nd} = \frac{5336.5 Ah}{0.25}$$

$$C_{nd} = 21346 Ah$$

Donde:

C_{nd} : Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima

Q_{Ah} : Consumo de energía medio en Ah/día

PD_{max} : Profundidad de descarga máxima: 25%

- Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne}):

Fórmula: Capacidad nominal de la batería en función de la descarga máxima estacional (C_{ne})

$$C_{ne} = \frac{Q_{Ah} * n}{PD_{max,e}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$C_{ne} = \frac{5336.5 \text{ Ah} * 3\text{d}}{0.75}$$

$$C_{ne} = 21346 \text{ Ah}$$

Donde:

C_{ne}: Capacidad Nominal De La Batería En Función De La Descarga Máxima Estacional.

Q_{Ah}: Consumo de energía medio en Ah/día. N: Periodo de autonomía (días).

PD_{max, e}: Profundidad (Descarga Máxima Estacional).

- El número de baterías necesarias para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

Fórmula: Número de baterías

$$N_{\text{bat}} = \frac{C_n}{\text{Ah}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$N_{\text{bat}} = \frac{21346 \text{ Ah}}{260 \text{ Ah}}$$

$$N_{\text{bat}} = 82.1$$

Donde:

N_{bat}: Número de baterías.

C_n: Capacidad nominal en Ah/día.

Ah: Batería en Ah.

Según el resultado de números de baterías se considera 82 baterías de la marca U-Power UP-GC12-TOP 260Ah de 12 voltios de plomo acido ciclo profundo tipo americano.

h. Selección del inversor

La potencia del inversor será mayor a 1,2 veces de la potencia instalada en los módulos solares que solicita.

- Potencia del inversor

Fórmula: Potencia del inversor

$$P_{inv, c} = 1.2 * P_{AC, c}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$P_{inv, c} = 1.2 * 12.26 \text{ kW}$$

$$P_{inv, c} = 14.71 \text{ kW}$$

Dónde:

$P_{inv, c}$: Potencia del inversor.

$P_{AC, g}$: Potencia del generador.

Por lo tanto, se trabajará con inversor Victron Phoenix 48V 5000VA.

- Número de inversores

Fórmula: Número de inversores

$$N_{inv} = \frac{P_{inv, c}}{P_{inv}}$$

$$N_{inv} = \frac{14.71 \text{ kW}}{5000W}$$

$$N_{inv} = 2.942$$

Donde:

N_{inv} : Número de inversores.

$P_{inv, c}$: Potencia del sistema carga.

P_{inv} : Potencia del inversor.

Quiere decir que se contara con 3 inversores de 5000W.

i. Cálculo y selección para conductores eléctricos.

Se tiene en cuenta el cumplimiento de condiciones en cada tramo de instalación para los cálculos de los conductores eléctricos. Estas condiciones eléctricas son la tensión y la intensidad, siendo estos datos importantes a considerar. En tramos de largas distancias la caída de tensión del cable es mayor por tanto, se recurre a diámetros más grande de cable en tales tramos.

Tabla N°20: Caída de tensión por cada tramo de la instalación fotovoltaica

TRAMO	Tensión Del Sistema (V)	Caída Permissible De Tensión (%)	Caída De Tensión Permitida (V)
Módulos- Controlador	48	1% a 3%	1.44
Controlador- Batería	48	1%	0.48
Controlador-Inversor	48	1%	0.48

Fuente: Elaboración propia

La caída de tensión permisible debe fijarse en un 1.5% de la tensión de funcionamiento según IDEA (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía), siendo en este caso de aplicación de 48v el porcentaje equivale es de 0.72v.

El material del cable a considerar es el cobre, que tiene una conductividad eléctrica según su temperatura de operación de 20°C de $k=56(m/\Omega \cdot mm^2)$.

Tramo módulos - regulador

- Cálculo de la intensidad máxima que debe soportar el tramo módulos – regulador.

Fórmula: Intensidad máxima por tramo módulos

$$I = 1.25 * N_{mod,reg} * I_{sc}$$

$$I = 1.25 * 3 * 9.77 \text{ Amp}$$

$$I = 36.64 \text{ Amp}$$

Donde:

I: Intensidad de tramo.

$N_{mod,reg}$: número de módulos, reguladores

I_{sc} : Intensidad de corto circuito, mod

- Cálculo de la caída de tensión del tramo módulos – regulador.

Fórmula: Caída de tensión del tramo módulos

$$\Delta V = \Delta V\% * VMP$$

$$\Delta V = 0.015 * 41.7V$$

$$\Delta V = 0.62 \text{ V}$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión del tramo módulos.

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento: 1.5%.

V_{mp} : Tensión nominal de los módulos

- Cálculo de la Sección mínima del conductor del tramo módulos – regulador.

Fórmula: Sección mínima del conductor para el tramo módulos – regulador

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$S = 2 * \frac{8 * 36.64 \text{Amp}}{0.60 \text{ V} * 56 \text{m/ohm.mm}^2}$$
$$S = 16.88 \text{ mm}^2$$

Donde:

S: Sección del conductor.

L: Longitud del cable conductor en ese tramo.

I: Intensidad de tramo.

$\Delta V\%$: Caída de tensión.

K: Conductividad 56 m/ Ohm.mm².

De la Tabla N° 10, seleccionamos el conductor 16 mm², POWERFLEX RV-K

Cálculo: Tramo regulador – baterías

- Cálculo de la Intensidad máxima que debe soportar el tramo regulador – batería.

Fórmula: Intensidad máxima por tramo regulador – batería.

$$I = 1.25 * N_{\text{mod,reg}} * I_{\text{sc}}$$

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$I = 1.25 * 3 * 10.36 \text{ Amp}$$

$$I = 38.85 \text{ Amp}$$

Donde:

I: Intensidad de tramo.

$N_{\text{mod,reg}}$: Número de reguladores.

I_{sc} : Intensidad de corto circuito, mod.

- Cálculo de la caída de tensión del tramo regulador – batería

Fórmula: Caída de tensión del tramo regulador – batería

$$\Delta V = \Delta V\% * VMP$$

$$\Delta V = 1.0\% * 41.7 V$$

$$\Delta V = 0.41 V$$

Donde:

ΔV : Caída de tensión del tramo módulos. $\Delta V\%$: Caída de tensión= 1.0%.

V_{mp} : Tensión nominal de los módulos

- Cálculo de la Sección mínima del conductor del tramo regulador – batería.

Fórmula: Sección mínima del conductor para el tramo regulador-batería

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$S = 2 * \frac{3 * 38.85Amp}{0.41 V * 56m/ohm.mm^2}$$

$$S = 10.15mm^2$$

Donde:

S : Sección del conductor.

L : Longitud del cable conductor en ese tramo.

I : Intensidad de tramo.

$\Delta V\%$: Caída de tensión.

K : Conductividad 56 m/ Ohm.mm².

De la Tabla N° 10, seleccionamos el conductor 10 mm² NYY

Cálculo: Tramo regulador – inversor

- Cálculo de la Intensidad máxima que debe soportar el tramo regulador – inversor

En corriente Alterna (CA):

Intensidad máxima el tramo regulador – inversor (CA)

$$I_{ca} = \frac{P}{V * \cos\phi}$$

$$I_{ca} = \frac{10000w}{230v * 1}$$

$$I_{ca} = 43.48 A$$

Donde:

I_{ca} : Intensidad máxima el tramo regulador – inversor (CA).

P: Potencia máxima en tensión alterna del inversor seleccionado.

V: Voltaje de red.

En corriente Continua (CC):

Intensidad máxima el tramo regulador – inversor (CC)

$$I_{cc} = 1.25 * \frac{I_{ca}}{n_{inv}}$$

$$I_{cc} = 1.25 * \frac{43.48 A}{0.96}$$

$$I_{cc} = 56.61A$$

Donde:

P: Potencia máxima en tensión alterna del inversor seleccionado.

V: Voltaje de red.

n_{inv} : Eficiencia del inversor.

- Cálculo de la caída de tensión del tramo regulador – inversor

Fórmula: Caída de tensión del tramo regulador – inversor

$$\Delta V = \Delta V\% * VMP$$

$$\Delta V = 1.0\% * 41.7 V$$

$$\Delta V = 0.41 V$$

Donde:

L: Longitud del cable conductor en ese tramo: 3m.

I: Intensidad de tramo.

$\Delta V\%$: Caída de tensión en tanto por ciento: 1.0%.

K: Conductividad 56 m/ Ohm.mm².

- Cálculo de la sección mínima del conductor para el tramo regulador – inversor

Fórmula: Sección mínima del conductor para el tramo regulador-inversor

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

Fuente: (Huancas Ramírez, 2020)

$$S = 2 * \frac{3 * 56.61 \text{Amp}}{0.41 \text{ V} * 56 \text{m/ohm. mm}^2}$$

$$S = 14.79 \text{mm}^2$$

Donde:

S: Sección del conductor.

L: Longitud del cable conductor en ese tramo.

I: Intensidad de tramo.

$\Delta V\%$: Caída de tensión.

K: Conductividad 56 m/ Ohm.mm².

Seleccionamos el conductor 16 mm² NYY

Tabla N°21: Equipos del sistema fotovoltaico (Off Grid)

DESCRIPCION	CANTIDAD
Módulo (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W	36
Controlador Smart Solar MPPT 150V 100A VICTRON	4
Batería 12V 260 Ah U-POWER UP-GC16-6RE	82
Inversor Phoenix 48V 5000VA.	3

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°22: Características eléctricas de conductores del sistema fotovoltaico (Off Grid)

TRAMOS	CALIBRE CONDUCTOR
Tramo módulos - regulador	conductor 10 mm ² POWERFLEX RV-K
Tramo regulador - batería	conductor 10mm ² NYY
Tramo regulador - inversor	conductor 16mm ² NYY

Fuente: Elaboración propia

j. Análisis usando el Software PVsyst 7.2.

Con el software PVsyst 7.2, se logra el análisis de datos, dimensionamiento y simulación de sistemas e instalaciones fotovoltaicos, considerándose los datos meteorológicos como la radiación solar.

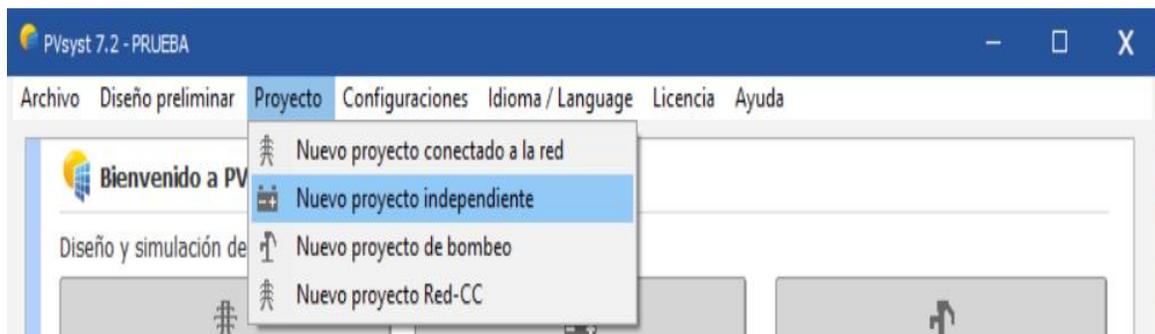
En el presente estudio se hizo uso de este software para el análisis del sistema aislado (Off Grid) y el sistema interconectado a la red (On Grid), procediéndose a realizar el comparativo de sus componentes.

A continuación, se procedió a realizar el **cálculo y análisis del fotovoltaico aislado (Off Grid)**:

Procedimiento del análisis de datos:

- Como primer punto se inicia creando un **“nuevo proyecto independiente”**.

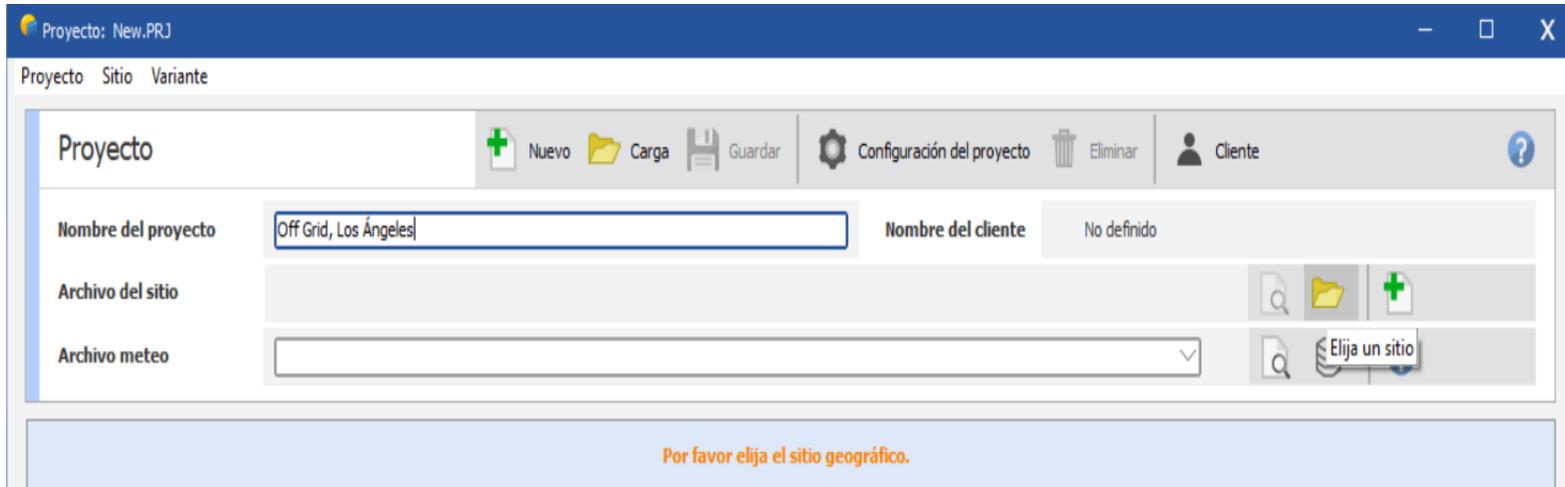
Figura N°37: Ingreso al programa PVsyst 7.2



Fuente: PVsyst 7.2

Luego se ingresó el “nombre del proyecto, archivo del sitio”; en la carpeta “elegir un sitio”.

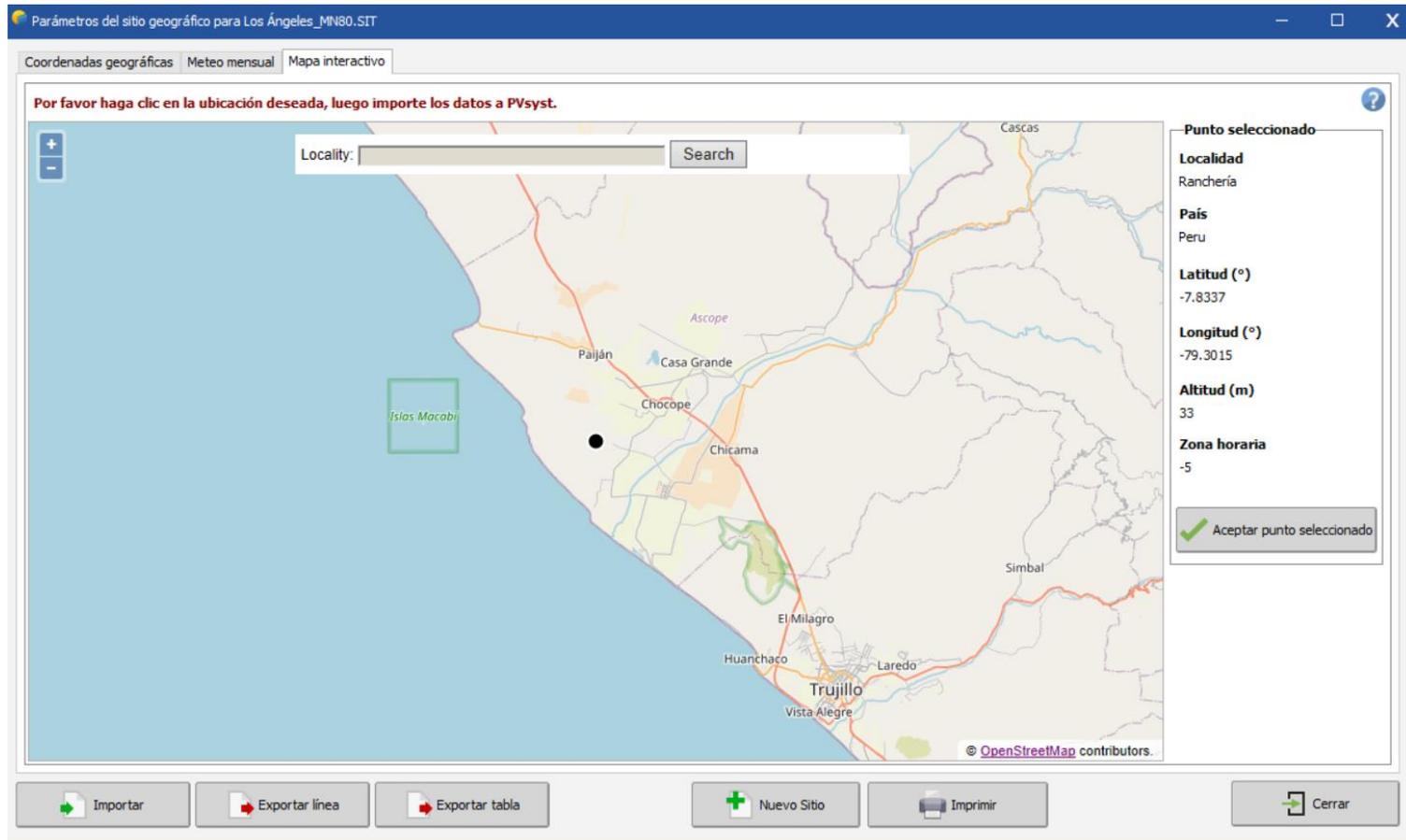
Figura N°38: Ingreso de datos del proyecto



Fuente: PVsyst 7.2

En la opción “**Nuevo**” se ingresan los datos de ubicación de la zona y las coordenadas geográficas del Caserío Los Ángeles, luego se procede a la opción de “**Aceptar punto seleccionado**”.

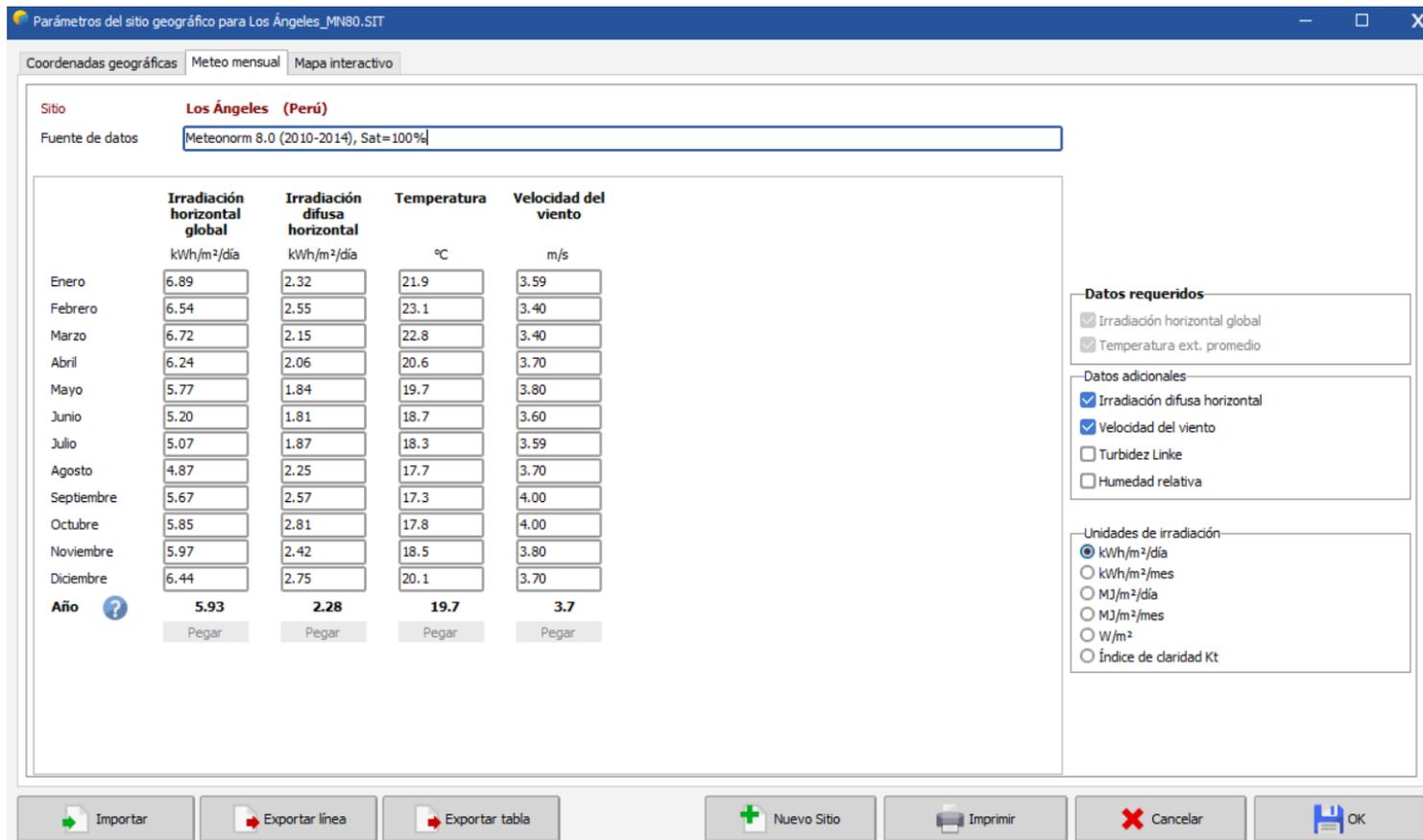
Figura N°39: Ingreso de datos geográficos de la zona



Fuente: PVsyst 7.2

Con las coordenadas ya establecidas del caserío, seleccionamos la opción de Meteonorm 8.0, luego se eligió “importar”, obteniéndose los datos de irradiación diaria y mensual; global, difusa, temperatura y velocidad del viento del caserío materia del estudio, luego seleccionamos en “OK”.

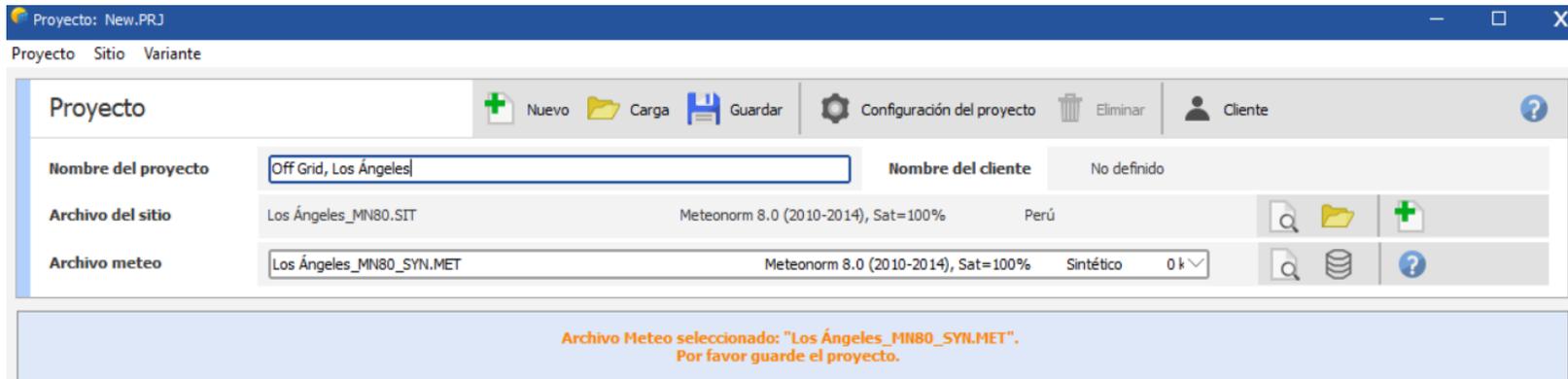
Figura N°40: Datos de irradiación diaria y mensual global



Fuente: PVsyst 7.2

Una vez ingresados los datos del proyecto como se visualiza, se procedió a seleccionar en “**Guardar**”.

Figura N°41: Datos del proyecto



Fuente: PVsyst 7.2

Se ingresaron los parámetros para el dimensionamiento del Sistema, seleccionando la “Orientación del plano”.

Figura N°42: Parámetros para el dimensionamiento.

The screenshot displays the PVsyst 7.2 software interface. The window title is "Proyecto: Off Grid_ Los Ángeles_Project.PRJ". The interface is divided into two main sections: "Proyecto" and "Variante".

Proyecto Section:

- Buttons: Nuevo, Carga, Guardar, Configuración del proyecto, Eliminar, Cliente.
- Nombre del proyecto: Off Grid, Los Ángeles
- Nombre del cliente: No definido
- Archivo del sitio: Los Ángeles_MN80.SIT, Meteororm 8.0 (2010-2014), Sat=100%, Peru
- Archivo meteo: Los Ángeles_MN80_SYN.MET, Meteororm 8.0 (2010-2014), Sat=100%, Sintético, 0 k

Variante Section:

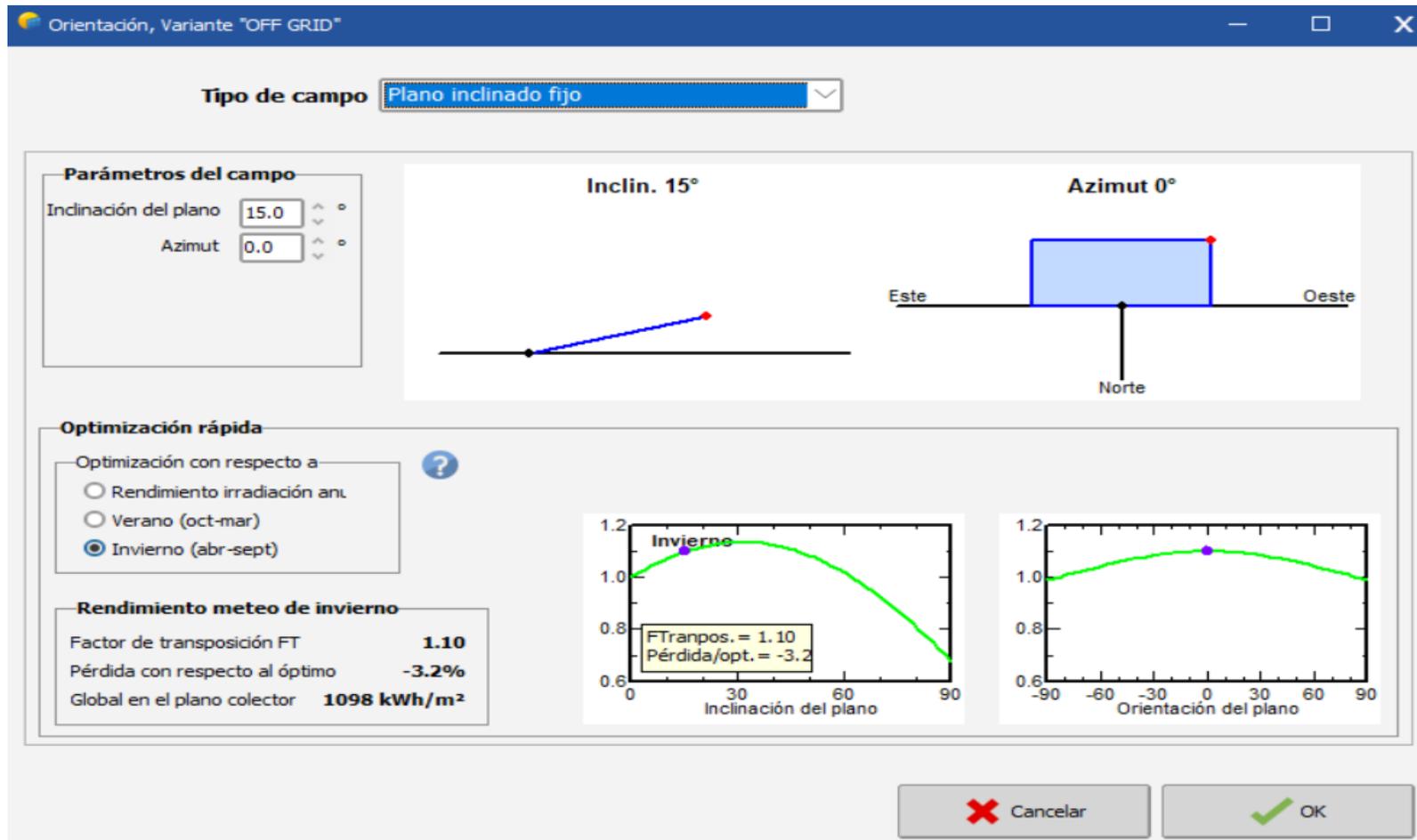
- Buttons: Nuevo, Guardar, Importar, Eliminar, Administrar.
- Variante n°: VCO : Nueva variante de simulación
- Parámetros principales: Orientación, Necesidades usuario, Sistema, Pérdidas detalladas.
- Opcional: Horizonte, Sombreados cercanos, Evaluación económica.
- Simulación: Ejecutar simulación, Simulación avanzada, Informe, Resultados detallados.
- Resumen de resultados:

Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías
Producción del sistema	0.00 kWh/año
Producción específica	0.00 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento	0.00
Producción normalizada	0.00 kWh/kWp/día
Pérdidas del conjunto	0.00 kWh/kWp/día
Pérdidas del sistema.	0.00 kWh/kWp/día
- Salida button.

Fuente: PVsyst 7.2

Ingresados la orientación de nuestro Sistema a trabajar, en este caso fue de 15°, y con Acimut de 0. Seleccionamos “OK” para guardar.

Figura N°43: Orientación del módulo



Fuente: PVsyst 7.2

Luego se seleccionó la opción “Necesidades del usuario”.

Figura N°44: Necesidades Del Usuario

Proyecto

Nombre del proyecto: Off Grid, Los Ángeles Nombre del cliente: No definido

Archivo del sitio: Los Ángeles_MN80.SIT Meteornorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% Peru

Archivo meteo: Los Ángeles_MN80_SYN.MET Meteornorm 8.0 (2010-2014), Sat=100% Sintético 0 k

Necesidades del usuario no definidas.
Con un sistema autónomo, debe definir las necesidades válidas (distintas de cero) del usuario.

Variante

Variante n°: VCO : Nueva variante de simulación

Parámetros principales

- Orientación *
- Necesidades usuario
- Sistema
- Pérdidas detalladas

Opcional

- Horizonte
- Sombreados cercanos *
- Evaluación económica

Simulación

- Ejecutar simulación
- Simulación avanzada
- Informe
- Resultados detallados

Resumen de resultados

Tipo de sistema	Sistema independiente con baterías
Producción del sistema	0.00 kWh/año
Producción específica	0.00 kWh/kWp/año
Proporción de rendimiento	0.00
Producción normalizada	0.00 kWh/kWp/día
Pérdidas del conjunto	0.00 kWh/kWp/día
Pérdidas del sistema.	0.00 kWh/kWp/día

Fuente: PVsyst 7.2

Se ingresaron las cargas y el número de aparatos eléctricos, así como su potencia y su uso diario, a su vez una proyección para 20 años.

Cabe mencionar, que se tuvo en cuenta las pérdidas del rendimiento global en el sistema, llegando a obtener un cálculo más elevado.

Figura N°45: Cargas a utilizarse

Uso diario de energía, variante "OFF GRID"

Definición de consumos domésticos diarios para el año.

Consumo | Distribución por hora

Consumos diarios

Número	Aparato	Potencia	Uso diario	Distrib. por hora	Daily energy
161	Lamps	20 W/lámpara	4.0 h/día	OK	12880 Wh
36	TV	120 W/apar.	5.0 h/día	OK	21600 Wh
39	equipo de sonido	50 W/apar.	4.5 h/día	OK	8775 Wh
0	Nevera / congelación profunda	0.00 kWh/día	0.0		0 Wh
72	celular	10.0 W prom	2.0 h/día	OK	1440 Wh
1	electrobomba	746 W/apar.	1.0 h/día	OK	746 Wh
74	reflectores recargables	10 W/apar.	2.0 h/día	OK	1480 Wh
Consumidores en espera		713 W tot	24 h/día		17112 Wh
Energía diaria total					64033 Wh/día
Energía mensual					1921.0 kWh/mes

Info aparatos

Definición de consumo por

Años Estaciones Meses

Fin de semana o uso semanal

Usar solo durante

días en una semana

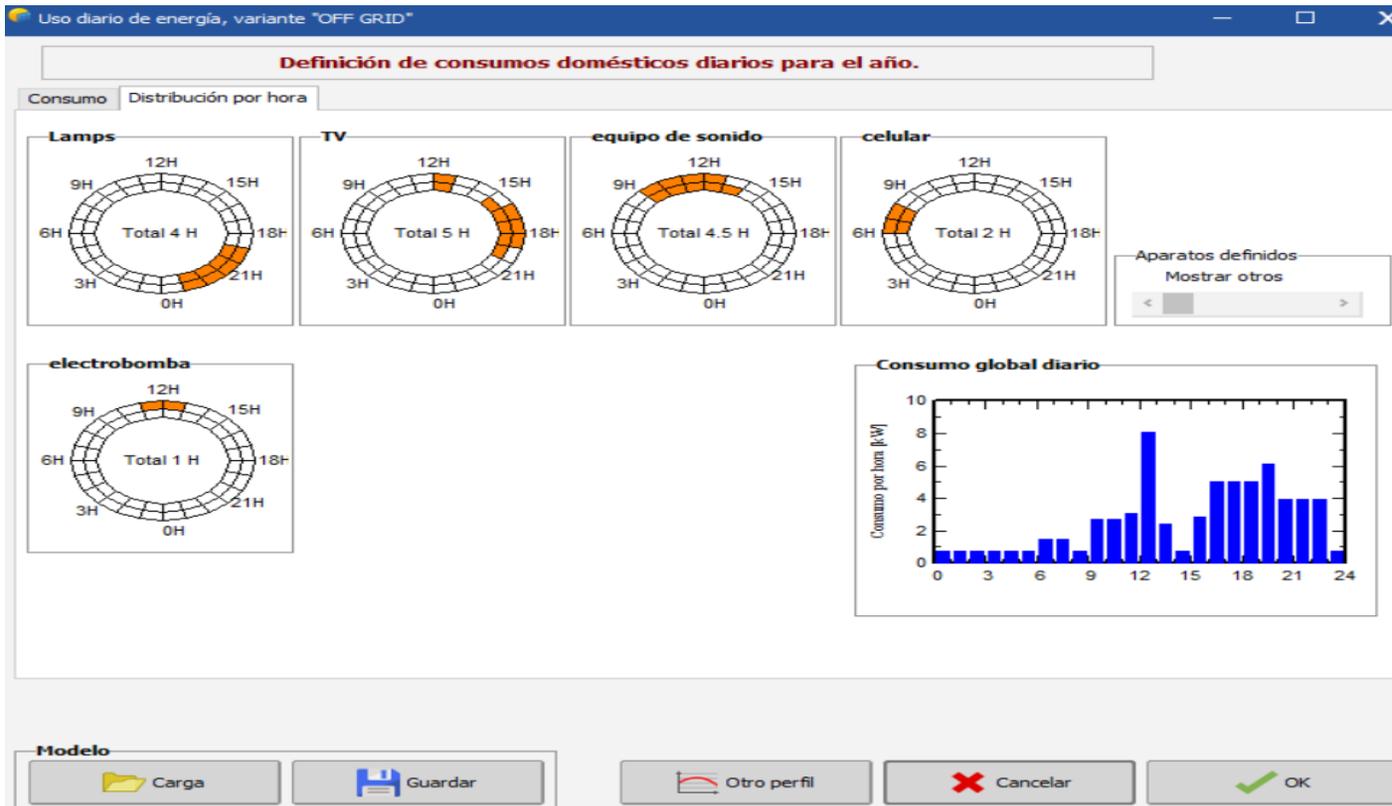
Modelo

Carga | Guardar | Otro perfil | Cancelar | OK

Fuente: PVsyst 7.2

Luego se definió la distribución por hora de cada equipo eléctrico. Finalmente seleccionamos “OK” para guardar.

Figura N°46: Distribución por horas



Fuente: PVsyst 7.2

Luego de definido el sistema y seleccionamos la tensión de trabajo en este caso es de 48 V, obteniéndose el consumo de 46.94 kWh/día.

Pasamos a definir la elección de las baterías; considerándose los días de autonomía; temperatura de funcionamiento, tipo de conexión serie y paralelo. Los días de autonomía a considerar es de 3 días.
 Con los análisis realizados se obtuvo como resultado 80 baterías con características del tipo Pb (plomo ácido) 12V, 239Ah.

Figura N°47: Elección y configuración de baterías

Definición de sistema independiente, Variante "OFF GRID", Variant "OFF GRID"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado: 5.0 %
 64.0 kWh/día Ingrese autonomía solicitada: 3.0 día(s)
 Voltaje de la batería (usuario): 48 V
 Capacidad sugerida: 4708 Ah
 Potencia FV sugerida: 14718 Wp (nom.)

Almacenamiento: Conjunto FV | Respaldo | Esquema Simplificado

Procedimiento

- Pre-dimensionamiento: Defina las condiciones de pre-dimensionamiento deseadas (PLOL, autonomía, voltaje de la batería)
- Almacenamiento: Defina la batería (las casillas de verificación predeterminadas se acercarán al pre-dimensionamiento)
- Diseño del conjunto FV: Diseñe el conjunto FV (módulo FV) y el modo de control. Se recomienda comenzar con un controlador universal.
- Respaldo: Defina un grupo electrógeno eventual

Especifique el conjunto de batería

Ordenar baterías por: voltaje capacidad fabricante

Todos los fabricantes | 12 V | 239 Ah | Pb Sealed AGM | PVX-2580L | Concorde | Abrir

Plomo-ácido

4 baterías en series | 20 baterías en paralelo

Número de baterías: 80
 Número de elementos: 480

100.0 % Estado inicial de desgaste (núm. de ciclos)
 100.0 % Estado inicial de desgaste (estático)

Voltaje paquete de baterías: 48 V
 Capacidad global: 4780 Ah
 Energía almacenada (80% DOD): 184 kWh
 Peso total: 6000 kg
 Núm. de ciclos a 80% DOD: 800
 Energía total almacenada durante la vida útil de la batería: 154 MWh

Temperatura de funcionamiento de la batería

Modo de temperatura: Fijo (aire acondicionac)
 Temperatura fija: 20 °C

La temperatura de la batería es importante para el envejecimiento de la batería. Un aumento de 10 °C divide la vida útil de la batería "estática" por un factor de dos.

Necesid. usuario	Hogar	Potencia prom.	2.67 kW
	Proporción nocturna 50.0%	Energía día	64 kWh
Paquete de baterías	20 en paralelo, 48 V	Capacidad	4780 Ah
	Autonomía 2.9 día	Energía almacenada	184 kWh
Conjunto FV	16 cadena(s) de 2 módulos	Potencia nom.	12.2 kWp
	PV/PLoad 4.6	Energía prom. día	48 kWh
Controlador	Convertidor MPPT	Potencia nom.	10.4 kW
	PV/PConv 1.17	Umbral	según los vol

Cancelar OK

Fuente: PVsyst 7.2

Se realiza la selección del módulo fotovoltaico y del controlador, así como el diseño del conjunto FV, previamente antes ya elegidos los elementos.

Como resultados se obtuvo 36 módulos y 4 reguladores, con las mismas características.

Figura N°48: Elección de módulos FV y controlador

Definición de sistema independiente, Variante: "OFF GRID", Variant: "OFF GRID"

Necesidades diarias prom. Ingrese PLOL aceptado 5.0 %
64.0 kWh/día Ingrese autonomía solicitada 3.0 día(s)
 Voltaje de la batería (usuario) 48 V
 Capacidad sugerida 4708 Ah
 Potencia FV sugerida 14718 Wp (nom.)

Almacenamiento Conjunto FV Respaldo Esquema Simplificado

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre Conjunto FV
 Oriente Plano inclinado fijo Inclinación 15° Azimut 0°

Ayuda de pre-dimensionamiento
 Sin dimensionar Ingrese potencia planeada 10.8 kWp
 ... o área disponible 0 m²

Seleccione el módulo FV
 Disponible ahora Ordenar módulos Potencia Tecnología
 Jinkosolar 400 Wp 35V Si-mono JKM400M-72-V Desde 2020 Datasheets 2020
 Voltajes de dimensionamiento: Vmpp (60°C) 35.4 V Voc (-10°C) 55.0 V

Seleccione el modo de control y el controlador
 Controlador universal Victron Convertidor de potencia MPPT
 Modo operativo: Acoplamiento directo Convertidor MPPT Convertidor CC-CC
 Corriente máx. de carga-descarga: MPPT 2600 W 48 V 100 A 100 A SmartSolar MPPT 150/100 48V D
 Número controladores 4 Voltaje de operación MPP 53-145 V Potencia controlador 10.4 kW
 Voltaje máximo de entrada 150 V Batería asociada 48 V

Diseño del conjunto FV
 Número de módulos y cadenas debe ser/estar:
 Mód. en serie 2 entre 2 y 2
 Núm. de cadena 16 entre 11 y 17
 Pérdida sobrecarga 0.3%
 Proporción Pnom 1.23
 Núm. de módulos 32 Área 63 m²

Condiciones de operación:
 Vmpp (60°C) 71 V
 Vmpp (20°C) 83 V
 Voc (-10°C) 110 V
 Irradia. plano 1000 W/m²
 Impp (STC) 187 A Potencia de funcionamiento máx. 15.6 kW
 Isc (STC) 168 A (en 1000 W/m² y 50°C)
 Isc (en STC) 166 A Potencia nom. conjunto (STC) 2.8 kWp

Necesid. usuario	Hogar	Potencia prom. 2.67 kW
	Proporción nocturna 50.0%	Energía día 64 kWh
Paquete de baterías	20 en paralelo, 48 V	Capacidad 4780 Ah
	Autonomía 2.9 día	Energía almacenada 184 kWh
Conjunto FV	16 cadena(s) de 2 módulos	Potencia nom. 12.8 kWp
	PV/PLoad 4.8	Energía prom. día 54 kWh
Controlador	Convertidor MPPT	Potencia nom. 10.4 kW
	PV/PConv 1.23	Umbrales según los vol

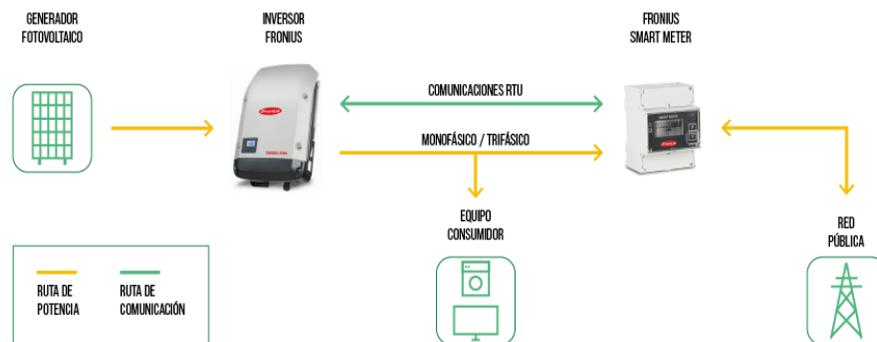
Cancelar OK

Fuente: PVsyst 7.2

Considerándose los cálculos realizados mediante es uso de fórmulas y los realizados mediante el uso del software, se concluye que hay pequeñas diferencias entre uno y otro en lo referente a las características de los componentes del sistema.

B. Dimensionamiento del Sistema Fotovoltaico Interconectado (On Grid):

Figura N°49: Sistema fotovoltaico aislado (On Grid)



Fuente: Autosolar

Según la tabla N°14, la máxima demanda y energía consumida total del caserío se considera el mismo dato que se utilizó para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico aislado (off grid), siendo para el año N° 20 la energía consumida diaria de 46.94 kWh-día y máxima demanda de 12.26 kW.

El tipo de red a considerar es del tipo monofásica de 220 V, a su vez también los datos de la radiación solar del lugar, en este caso del caserío los Ángeles, mediante la tabla N°27 de irradiación obteniéndose un resultado de 4870 Wh/m²-día, como HSP (horas solar pico).

- **Inclinación y orientación de los módulos fotovoltaicos**

Para la inclinación se considera el mismo dato calculado de (15°), que se utilizó en el sistema fotovoltaico aislado (off grid), mediante sus coordenadas del lugar de latitud y longitud, así como la separación de distancia mínima de los módulos fotovoltaicos.

- **Selección del módulo fotovoltaico para On Grid**

Se eligió el módulo de la marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W. Con dimensión de 2008*1002*40mm y un peso de 22.5 kg. Para cubrir el consumo de energía necesaria. Sus características técnicas se detallarán en anexo N°

- **Selección del inversor**

El inversor seleccionado es de la marca FRONIUS Symo 20kW trifásico del tipo de onda pura, que se usará en la conversión de la tensión en corriente continua a corriente alterna, suministrando una tensión de 220v.

- **Cálculo del rendimiento del sistema (η_{on})**

Fórmula: Cálculo del rendimiento del sistema

$$\eta_{on} = P_m * P_{cc} * P_{inv} * P_{dis} * P_{ref} * P_{ca}$$

$$\eta_{on} = 0.906 * 0.985 * 0.987 * 0.99 * 0.98 * 0.98$$

$$\eta_{on} = 0.84$$

Donde:

η_{on} : Rendimiento del sistema.

P_m : Pérdidas en módulo por temperatura: 90% rendimiento (10% pérdidas en el módulo por temperatura).

P_{cc} : Pérdidas totales en CC: 99% (1.5% pérdidas caídas de tensión máxima según normativa, pero supondremos 1%).

P_{inv} = Pérdidas por conversión DC/AC: 98.7%rendimiento inversor.

P_{dis} = Pérdidas disponibilidad del sistema: 99% rendimiento (1% otras pérdidas).

P_{ref} = Pérdidas por reflectividad (suciedad y sombras): 98% rendimiento (2% suciedad y sombras).

P_{ca} = Pérdidas totales en CA: 98% rendimiento (3% por caída de tensión según norma, pero supondremos 2%).

Reemplazando:

Por lo tanto, se llegó a considerar un promedio de:

Eficiencia o rendimiento del sistema: 84%.

Pérdidas del sistema: 16%.

- **Cálculo de la Generación solar**

Para determinar la generación solar, se debe considerar cuanta energía diaria brinda un módulo fotovoltaico, el cual se asume de 400Wp.

Entonces tenemos que:

Fórmula: Cálculo de la Generación solar

$$E_{g,mod} = HSP * A_{mod} * \eta_{mod}$$

$$E_{g,mod} = 4.87 \text{ kWh/m}^2 * 2\text{m}^2 * 0.198$$

$$E_{g,mod} = 1.93 \text{ kWh/día}$$

Donde:

$E_{g,mod,t}$: Energía generada por módulo teórico. HSP : Horas solar pico.

A_{mod} : Área de captación del módulo. η_{mod} : Eficiencia del módulo (stc).

Con el resultado hallado quiere decir que un módulo de 400Wp, genera 1.19kWh/día, en teoría.

- **Cálculo de módulos necesarios para cubrir la demanda y generación por modulo**

Datos a considerar:

Energía consumida diaria proyectada a considerar a 20 años: 46.94 kWh/día.

Producción media diaria por modulo: 1.93 kWh/día.

- **Cálculo de la cantidad de módulos**

Fórmula: Cálculo de la cantidad de módulos

$$N_{,mod} = \frac{E_{c,d}}{E_{g,mod,t}}$$

$$N_{,mod} = \frac{46.94\text{kWh}/\text{dia}}{1.93\text{kWh}/\text{dia}}$$

$$N_{,mod} = 24.3$$

Donde:

$N_{,mod}$: Cantidad de módulos.

$E_{c,d}$: Energía consumida diaria a 20 años.

$E_{g,mod,t}$: Energía generada por módulo teórico.

Se considera pérdidas del 16 % a la generación, obteniendo la eficiencia del sistema en un 84 % de rendimiento, debido al clima del lugar.

El cual recalcularemos aplicando la eficiencia y perdidas en el sistema.

- **Recalculamos la producción media diaria (corregida)**

Fórmula: Cálculo de la producción media diaria

$$E_{g,mod} = E_{g,mod,t} * \eta_{on}$$

$$E_{g,mod} = 1.93kWh/dia * 0.84$$

$$E_{g,mod} = 1.62kWh/dia$$

Donde:

$E_{g,mod}$: Energía generada por módulo. $E_{g,mod,t}$: Energía generada por módulo teórico.

η_{on} : rendimiento del sistema.

- **Recalculamos la cantidad de módulos**

Fórmula: Cálculo de la cantidad de módulos

$$N_{,mod} = \frac{E_{c,d}}{E_{g,mod}}$$

$$N_{,mod} = \frac{46.94kWh/dia}{1.62kWh/dia}$$

$$N_{,mod} = 28.9$$

Donde:

$N_{,mod}$: Cantidad de módulos.

$E_{c,d}$: Energía consumida diaria a 20 años.

$E_{g,mod}$: Energía generada por módulo.

Entonces se obtendrá un total de 29 módulos redondeando a considerar.

- **Potencia total de todo el arreglo fotovoltaico**

Fórmula: Potencia total de todo el arreglo fotovoltaico

$$P_{T,mod} = N_{,mod} * P_{mpp}$$

$$P_{T,mod} = 29 * 400Wp$$

$$P_{T,mod} = 11.6kWp$$

Donde:

$P_{T,mod}$: Potencia total.

$N_{,mod}$: Cantidad de módulos.

P_{mpp} : Potencia máxima del módulo.

- **La energía generada al día por el arreglo fotovoltaico**

Fórmula: Energía generada al día por el arreglo fotovoltaico

$$E_{g,a} = N_{,mod} * E_{g,mod}$$

$$E_{g,a} = 29 * 1.62kWh/dia$$

$$E_{g,a} = 46.98kWh/dia$$

Donde:

$E_{g,a}$: Energía generada por el arreglo fotovoltaico.

$N_{,mod}$: Cantidad de módulos.

$E_{g,mod}$: Energía generada por módulo.

- **Cálculo del inversor**

Para determinar la potencia que requerirá el inversor, se consideran las cargas utilizadas, puesto que estos equipos al iniciar su marcha, cuentan picos de corrientes elevadas, ocasionado daños en el inversor y a fin de evitarlos se considera un sobredimensionamiento al multiplicar por 1.25 a la potencia de los receptores.

Fórmula: Cálculo del inversor

$$P_{INV} = MD_T * 1.25$$

$$P_{INV} = 12.26kW * 1.25$$

$$P_{INV} = 15.325kW$$

Donde:

P_{INV} : Potencia para el inversor requerido. MD_T : Máxima demanda total al año N°20.

Por consiguiente, del resultado se llegó a considerar un inverso de 20kw de potencia.

- **Configuración de conexiones de módulos**

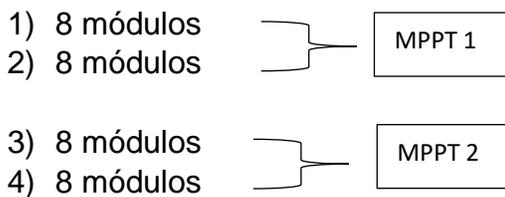
Para la distribución de los módulos fotovoltaicos se considera el inversor Fronius symo de 20 kW, el cual cuenta con dos entradas del tipo Mppt y estas a su vez tiene dos entradas por string.

Es recomendable mantener balanceadas todas las entradas y el Mppt tanto en su potencia como en su número de módulos.

En cuanto a la configuración de los módulos fotovoltaicos que estén conectados al inversor se considera lo siguiente:

En este caso, se considera un total de 4 string de 8 módulos en cada cadena, siendo promediado a un total de 32 módulos, distribuidos en forma homogénea para cada una de las entradas del inversor.

Inversor de 20Kw



- **Equipo SMA Energy Meter**

Según Auto Solar el uso de este equipo se logran realizar mediciones exactas del consumo de una instalación que utiliza inversores del tipo SMA; lográndose determinar tanto el consumo y el saldo de la energía que genera, a su vez se logra gestionar la inyección de energía solar que produce para lograr conseguir una inyección cero.

Figura N 50°: Equipo SMA Energy Meter

 SMA Energy Meter



Fuente: Autosolar

Tabla N°23: Equipos del sistema fotovoltaico (On Grid)

DESCRIPCION	CANTIDAD
Módulo (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W	32
Fronius Symo de 20 kW.	1
SMA Energy Meter	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°24: Características eléctricas de conductores del sistema fotovoltaico (On Grid)

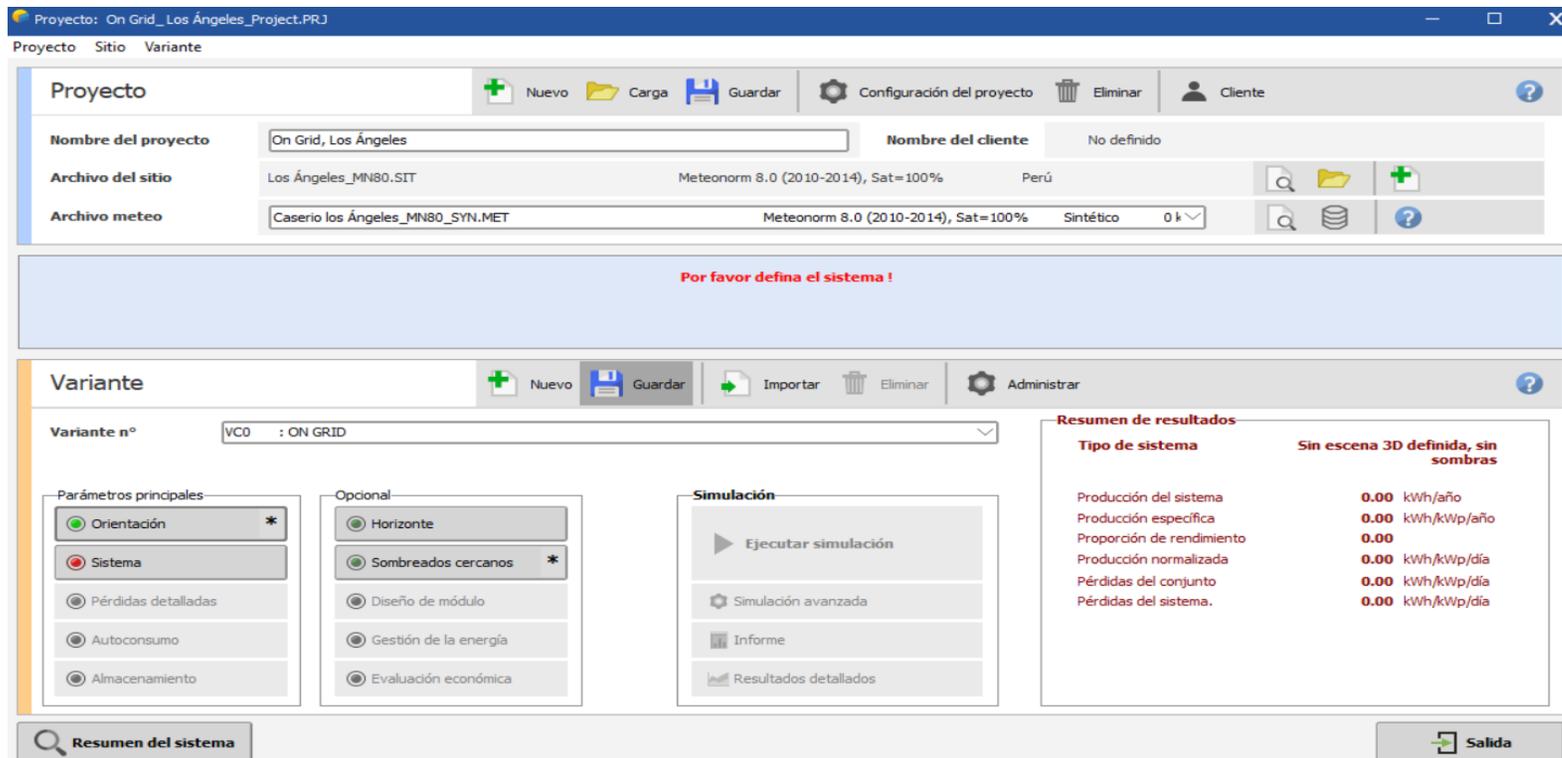
TRAMOS	CALIBRE CONDUCTOR
Tramo módulos - inversor	conductor 50mm ² POWERFLEX RV-K

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se procede a comparar el sistema interconectado On Grid, de la misma manera que se realizó para sistema aislado (Off Grid) con la ayuda del software Pvsyst 7.2.

Se tiene en cuenta que se obviarán algunos pasos realizados anteriormente para el sistema aislado (Off Grid), como son el proyecto, ubicación, coordenadas, datos meteorológicos, orientación.

Figura N°51: Necesidades Del Usuario



Fuente: PVsyst 7.2

Se procede a ingresar los parámetros del sistema, considerándose la potencia en 11.6kWp, en proyección a 20 años. También se seleccionará el tipo de módulo fotovoltaico, el inversor y su configuración del número de módulos FV y cadenas.

Con los cálculos realizados se obtiene como resultado un total de 30 módulos, considerando la misma característica del módulo previamente ya elegido y también su inversor siendo una sola unidad a emplear, como se detalla en la figura.

Figura N°52: Selección de componentes del sistema FV On Grid

Subconjunto

Nombre y orientación del subconjunto
 Nombre: Conjunto FV
 Inclinación: 15°
 Azimut: 0°
 Orientación: Plano inclinado fijo

Ayuda de pre-dimensionamiento
 Sin dimensionamiento
 Ingrese potencia planeada: 11.6 kWp
 ... o área disponible(módulos): 58 m²

Redimens.

Selección del módulo FV
 Disponible ahora: Filtro: Todos los módulos F
 Módulos necesarios aprox.: 29
 Jinkosolar 400 Wp 35V Si-mono JKM400M-72H Desde 2020 Datasheets 2020
 Usar optimizador
 Voltajes de dimensionamiento: Vmpp (60°C) 35.5 V
 Voc (-10°C) 54.9 V

Selección del inversor
 Disponible ahora: Voltaje de salida 254 V Tri 50Hz
 Fronius USA 20 kW 200 - 800 V TL 50/60 Hz Symo 20.0-3 / 440 Desde 2014
 Núm. de entradas MPPT: 1
 Voltaje de funcionamiento: 200-800 V Potencia del inversor utilizada 11.4 kWca
 Voltaje máximo de entrada: 1000 V **inversor con 2 MPPT no balanceado**
 Entrada principal Secundario

Diseño del conjunto
 Núm. de módulos y cadenas
 Mód. en serie: 15 entre 6 y 18
 Núm. de cadenas: 2 única posibilidad 2
 Pérdida sobrecarga: 0.0 %
 Proporción Pnom: 1.05
 Núm. de módulos: 30 Área: 60 m²

Condiciones de operación
 Vmpp (60°C): 533 V
 Vmpp (20°C): 626 V
 Voc (-10°C): 824 V
 Irradia. plano: 1000 W/m²
 Imp (STC): 19.7 A
 Isc (STC): 20.7 A
 Isc (en STC): 20.7 A
 Máx. en datos STC
 Potencia de funcionamiento máx.: 11.0 kW
 (en 1000 W/m² y 50°C)
Potencia nom. conjunto (STC) 12.0 kWp

Lista de subconjuntos

Nombre	#Mód #Inv.	#Cadena #MPPT
Conjunto FV		
Jinkosolar - JKM400M-72H	15	2
Fronius USA - Symo 20.0-3 / 440	1	1

Resumen sistema global

Núm. de módulos	30
Área del módulo	60 m ²
Núm. de inversores	0.6
Potencia FV nominal	12.0 kWp
Potencia FV máxima	11.6 kWCC
Potencia de CA nominal	11.4 kWCA
Proporción Pnom	1.055

Resumen del sistema Esquema Simplificado Cancelar OK

Fuente: PVsyst 7.2

Considerándose los cálculos realizados mediante el uso de fórmulas y los realizados mediante el uso del software, se concluye que hay pequeñas diferencias entre uno y otro en lo referente a las características de los componentes del sistema.

Luego del dimensionamiento de los sistemas Off Grid y On Grid se procedió a la elaboración del presupuesto para ambos.

4.4.2 Evaluación Económica de los Sistemas Fotovoltaicos Off Grid y On Grid:

A. Elaboración del presupuesto del Sistema fotovoltaico Off Grid (aislado):

1. Presupuesto

1.1. Central Solar

Tabla N°25: Presupuesto de la Central Solar

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.(S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Módulos Fv	Unidad	36	838.94	30,201.84
2	Controlador	Unidad	4	4,290.90	17,163.60
3	Batería	Unidad	82	1,021.74	83,782.68
4	Inversor Cd/Ca	Unidad	3	9,271.43	27,814.29
5	Cable NYY 10 mm ²	Metros	45	2.00	90.00
6	Cable NYY 16 mm ²	Metros	24	2.30	55.20
7	Cable Power Flex 10 mm ²	Metros	48	16.00	768.00
8	Estructura metálica para módulos (56 und.)	3 en 1	18	531.54	9,243.72
9	Accesorios	Glb	18	217.3	3,911.40
10	Costo de montaje de instalación	Glb	1	5,000	5,000
11	Costo de transporte	Glb	1	1,800	1,800
TOTAL					179,830.73

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla N°25 se determinan los componentes y precios para la central solar, siendo este de S/.179,830.73.

1.2. Presupuesto de la red secundarias

Tabla N°26: Presupuesto de red secundarias

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	REDES SECUNDARIAS (S/.)
A	Suministros De Materiales	20,043.00
B	Montaje Electromecánico	13,565.90
C	Transporte De Materiales (8% A)	1,603.44
	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)	35,212.34
D	Gastos Generales (10%)	3,521.23
E	Utilidades (10%)	3,521.23
	COSTO TOTAL SIN I.G.V.	42,254.80
F	I.G.V.	7,605.86
	COSTO TOTAL INCLUIDO I.G.V	49,860.67

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla N°26 se determinan los componentes y precios para la red secundaria (ver en anexos N°1), siendo este de S/.49,860.67.

1.3. Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)

Tabla N°27: Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)

PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/)
1	Sistema Fv aislado (Off Grid)	179,830.73
2	Red Secundaria	49,860.67
	COSTO TOTAL (S/)	229,691.40

Fuente: Elaboración propia

Con los presupuestos de la central solar y la red secundaria se logra determinar, el **presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)**, según el anexo N°2, siendo este de **S/. 229,691.40**.

2. Costo del kWh generado

La lograr determinar el costo generado del kWh, se procedió al uso de la siguiente fórmula:

Fórmula N°: Costo del kWh generado

$$LCOE = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{i + M_t}{(1+r)^t}}{\sum_{k=0}^n \frac{E}{(1+r)^t}}$$

Fuente: (Bernilla Rufasto 2020)

$$LCOE = \frac{\sum_{k=0}^n \frac{179,528.63 + 10,000}{(1 + 0.12)^{20}}}{\sum_{k=0}^n \frac{311148 \text{ kWh}}{(1 + 0.12)^{20}}}$$

$$LCOE = 0.61 \text{ S/. kW-h}$$

Donde:

t: Periodo de vida estimada del sistema a instalar: 20 años

i: Inversión inicial del sistema: S/. 179,830.73

M_t: Costos por operación y mantenimiento del sistema: S/. 10,000.00

E: Energía generada durante toda la vida útil del sistema: 311,148 kWh

R: Tasa de descuento: 0.12

Con los cálculos realizados se obtiene que el costo generado del kWh es de **0.61 S/. kW-h**

B. Elaboración del presupuesto del Sistema fotovoltaico On Grid (interconectado):

1. Presupuesto
1.1. Central Solar

Tabla N°28: Presupuesto de la Central Solar

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNIT.(S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
1	Módulos Fv	Unidad	32	838.94	26,846.08
2	Inversor CD/CA	Unidad	1	23,648.78	23,648.78
3	Cable NYY 16 mm ²	Metros	24	2.30	55.20
4	Cable Power Flex 10 mm ²	Metros	48	16.00	768.00
5	Estructura metálica para módulos (32 und.)	3 en 1	11	531.54	5,846.94
6	Accesorios	Glb	11	217.3	2,390.3
7	Contador de energía	Unidad	1	1,730.60	1,730.60
8	Costo de montaje de instalación	Glb	1	4,000	4,000
9	Costo de transporte	Glb	1	1,800	1,800
TOTAL					67,085.90

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla N°28, se determinan los componentes y precios para la central solar, siendo este de S/.67,085.90.

2.1. Presupuesto de la red primaria y secundaria

Tabla N°29: Presupuesto de la red primaria y secundaria

ITEM	DESCRIPCION DE PARTIDAS	REDES PRIMARIAS (S/.)	REDES SECUNDARIAS (S/.)
A	Suministros De Materiales	102,123.61	20,043.00
B	Montaje Electromecánico	77,825.80	13,565.90
C	Transporte De Materiales (8% A)	8,169.89	1,603.44
	TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)	188,119.30	35,212.34
D	Gastos Generales (10%)	18,811.93	3,521.23
E	Utilidades (10%)	18,811.93	3,521.23
	COSTO TOTAL SIN I.G.V.	225,743.16	42,254.80
F	I.G.V.	40,633.77	7,605.86
	COSTO TOTAL INCLUIDO I.G.V	266,376.93	49,860.67

Fuente: Elaboración propia

En la presente tabla N°29 se determinan los componentes y precios para la red primaria y secundaria (ver en anexos la tabla N°3), siendo estos de S/. 266,376.93 y de S/.49,860.67 respectivamente.

2.2. Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)

Tabla N°30: Presupuesto total del sistema fotovoltaico (Off Grid)

PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/)
1	Sistema Fovoltaiico Off Grid	229,691.40
2	Sistema Fovoltaiico On Grid	383,323.50

Fuente: Elaboración propia

Con los presupuestos de la central solar y las redes primaria y secundaria se logra determinar, el **presupuesto total del sistema fotovoltaico (On Grid)**, según la tabla N°, siendo este de **S/. 383,323.50**.

2. Costo del kWh generado LCOE

Usando la fórmula anterior del costo generado del kWh, se obtiene que el costo generado del kWh es de **0.25 S/. kW-h**

C. Resumen total del presupuesto de los Sistemas fotovoltaicos Off Grid y On Grid

Tabla N°31: Presupuesto total de los sistemas fotovoltaicos

PRESUPUESTO TOTAL DEL SISTEMA		
ITEM	DESCRIPCION	TOTAL (S/)
1	Sistema Fv aislado (Off Grid)	67,085.90
2	Red Secundaria	49,860.67
3	Red Primaria	266,376.93
COSTO TOTAL (S/)		383,323.50

Fuente: Elaboración propia

Con los cálculos realizados para ambos sistemas, se logra determinar el **presupuesto total** del sistema fotovoltaico **Off Grid en S/ 229,691.40**, del sistema fotovoltaico **On Grid de S/. 383,323.50**.

Luego de haberse desarrollado la Evaluación Económica para los Sistemas Fotovoltaicos Off Grid y On Grid, se procedió al desarrollo del **cuarto objetivo**, de realizar el Estudio de Viabilidad técnica, económica, tanto para el sistema fotovoltaico Off Grid (aislado) y el On Grid (interconectado), a fin de seleccionar la mejor alternativa viable para la electrificación del proyecto.

4.5 Estudio de Viabilidad técnica, económica

4.5.1 Evaluación económica a inversión privada

A. Sistemas fotovoltaicos Off Grid

Este análisis económico es a precios de mercado sin ningún financiamiento por parte del gobierno.

1. Ingresos por Año

Tabla N°32: Flujo ingresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)

AÑO	NAD	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kWh-año)	COSTO UNITARIO (kWh/soles)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)
2022	30	14198.4	0.61	10828.02
2023	30.3	14333.4	0.61	10913.58
2024	30.6	14468.4	0.61	11016.37
2025	30.9	14603.4	0.61	11119.16
2026	31.2	14738.4	0.61	11221.95
2027	31.5	14873.4	0.61	11324.74
2028	31.8	15008.4	0.61	11427.53
2029	32.2	15188.4	0.61	11564.58
2030	32.5	15323.4	0.61	11667.37
2031	32.8	15458.4	0.61	11770.16
2032	33.1	15593.4	0.61	11872.95
2033	33.5	15773.4	0.61	12010.00
2034	33.8	15908.4	0.61	12112.79
2035	34.1	16043.4	0.61	12215.58
2036	34.5	16223.4	0.61	12352.64
2037	34.8	16358.4	0.61	12455.43
2038	35.2	16538.4	0.61	12592.48
2039	35.5	16673.4	0.61	12695.27
2040	35.9	16853.4	0.61	12832.33
2041	36.2	16988.4	0.61	12935.12

Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar el 25% adicional al costo generado por kWh, en la venta de la energía que se va a suministrar.

2. Egresos por Año

Tabla N°33: Egresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)

OPERACIÓN	PERIODO	COSTO s/	COSTO ANUAL s/
Mantenimiento	Semestral	250.00	500.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°33, se estima un egreso anual de S/.500 por concepto de mantenimiento.

Se procedió al Cálculo de las herramientas financieras como son:

3. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR).

- Inversión privada a precios de mercado.

Tabla N°34: ingresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)

AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN	F. ANUAL, INGRESOS	FLUJO NETO
0	229,691.40			-229,691.40
1		500.00	10,828.02	10,328.02
2		500.00	10,913.58	10,413.58
3		500.00	11,016.37	10,516.37
4		500.00	11,119.16	10,619.16
5		500.00	11,221.95	10,721.95
6		500.00	11,324.74	10,824.74
7		500.00	11,427.53	10,927.53
8		500.00	11,564.58	11,064.58
9		500.00	11,667.37	11,167.37
10		129,260.57	11,770.16	-117,490.41
11		500.00	11,872.95	11,372.95
12		500.00	12,010.00	11,510.00
13		500.00	12,112.79	11,612.79
14		500.00	12,215.58	11,715.58
15		500.00	12,352.64	11,852.64
16		500.00	12,455.43	11,955.43
17		500.00	12,592.48	12,092.48
18		500.00	12,695.27	12,195.27
19		500.00	12,832.33	12,332.33
20		500.00	12,935.12	12,435.12
T. de descuento 12%			VAN	S/- 189,290.0
			TIR	-6%
			B/C	0.18

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión privada, obtuvimos como resultado un **VAN negativo de S/-189,290.0** y un **TIR de un -6%** siendo más bajo que el de la tasa de descuento, así como el **B/C de 0.18**; por lo tanto decimos que el proyecto no resultaría económicamente factible en un periodo de tiempo de 20 años de vida útil; por lo que **no sería viable.**(Bernilla Rufasto, 2020)

B. Evaluación Económica a precios sociales

Para evaluar económicamente a precios sociales, se tuvo que recurrir a paginas como el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el SNIP, que es un sistema administrativo del estado que certifica la calidad de los proyectos, bajo normas técnicas (Ministerio de Economía y Finanzas,2014).

1. Ingresos por Año

Tabla N°35: Ingresos por año a precios sociales del sistema (Off grid)

AÑO	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (KWH-AÑO)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)	BENEFICIOS POR ILUMINACIÓN EN COSTA (S/.)	BENEFICIOS POR RADIO Y TV (S/.)	BENEFICIOS SOCIALES(S/.)
2022	14,198.4	10,828.02	16,689.6	1,2036.6	28,726.2
2023	14,333.4	10,913.58	16,689.60	12,036.60	28,726.20
2024	14,468.4	11,016.37	16,856.50	12,156.97	29,013.46
2025	14,603.4	11,119.16	17,023.39	12,277.33	29,300.72
2026	14,738.4	11,221.95	17,190.29	12,397.70	29,587.99
2027	14,873.4	11,324.74	17,357.18	12,518.06	29,875.25
2028	15,008.4	11,427.53	17,524.08	12,638.43	30,162.51
2029	15,188.4	11,564.58	17,690.98	12,758.80	30,449.77
2030	15,323.4	11,667.37	17,913.50	12,919.28	30,832.79
2031	15,458.4	11,770.16	18,080.40	13,039.65	31,120.05
2032	15,593.4	11,872.95	18,247.30	13,160.02	31,407.31
2033	15,773.4	1,2010	18,414.19	13,280.38	31,694.57
2034	15,908.4	12,112.79	18,636.72	13,440.87	32,077.59
2035	16,043.4	12,215.58	18,803.62	13,561.24	32,364.85
2036	16,223.4	12,352.64	18,970.51	13,681.60	32,652.11
2037	16,358.4	12,455.43	19,193.04	13,842.09	33,035.13
2038	16,538.4	12,592.48	19,359.94	13,962.46	33322.39
2039	16,673.4	12,695.27	19,582.46	14,122.94	33,705.41
2040	16,853.4	12,832.33	19,749.36	14,243.31	33,992.67
2041	16,988.4	12,935.12	19,971.89	14,403.80	34,375.69

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión social, obtuvimos como resultados anuales desde el inicio hasta el fin del sistema. (Bernilla Rufasto, 2020)

2. Egresos por Año

Tabla N°36: Egresos por año a precios de mercado del sistema (off grid)

OPERACIÓN	PERIODO	COSTO S/.	COSTO ANUAL S/.
Mantenimiento	Semestral	250.00	500.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°36, se estima un egreso anual de S/.500 por concepto de mantenimiento.

Se procedió al Cálculo de las herramientas financieras como son:

3. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tabla N°37: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

AÑO	INVERSION	COSTOS DE OPER	F. ANUAL, INGRESOS	FLUJO NET
A.0	179,528.63			-179,528.63
A.1		420.00	28,726.2	28,726.20
A.2		420.00	28,726.2	28,306.20
A.3		420.00	290,13.46	28,593.46
A.4		420.00	29,300.72	28,880.72
A.5		420.00	29,587.99	29,167.99
A.6		420.00	29,875.25	29,455.25
A.7		420.00	30,162.51	29,742.51
A.8		420.00	30,449.77	30,029.77
A.9		420.00	30,832.79	30,412.79
A.10		129,180.57	31,120.05	-98,060.52
A.11		420.00	31,407.31	30,987.31
A.12		420.00	31,694.57	31,274.57
A.13		420.00	32,077.59	31,657.59
A.14		420.00	32,364.85	31,944.85
A.15		420.00	32,652.11	32,232.11
A.16		420.00	33,035.13	32,615.13
A.17		420.00	33,322.39	32,902.39
A.18		420.00	33,705.41	33,285.41
A.19		420.00	33,992.67	33,572.67
A.20		420.00	34,375.69	33,955.69
T. de descuento 9%			VAN	S/ 40,654.5
			TIR	12%
			B/C	1.2

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de estos cálculos de evaluación económica se consideraron los cálculos previos correspondientes a la tasa de descuento, siendo usado por el estado para el financiamiento de sus proyectos. (Ministerio de Economía y Finanzas,2014).

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión privada, obtuvimos como resultado un **VAN positivo de S/ 40,654.5 y un TIR de un 12%**, así como el **B/C de 1.2**; habiéndose considerado una **tasa social de descuento del 9%**, por tanto decimos que el proyecto resultaría económicamente factible en un periodo de tiempo de 20 años de vida útil; por lo que **sería viable**.(Bernilla Ruffasto, 2020)

4.5.2. Sistemas fotovoltaicos On Grid

A. Evaluación económica a inversión privada

Este análisis económico es a precios de mercado sin ningún financiamiento por parte del gobierno.

1. Ingresos por Año

Tabla N°38: Flujo ingresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)

AÑO	NAD	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (kWh-año)	COSTO UNITARIO (kWh/soles)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)
2022	30	14,198.4	0.25	4,397.01
2023	30.3	14,333.4	0.25	4,438.82
2024	30.6	14,468.4	0.25	4,480.62
2025	30.9	14,603.4	0.25	4,522.43
2026	31.2	14,738.4	0.25	4,564.24
2027	31.5	14,873.4	0.25	4,606.05
2028	31.8	15,008.4	0.25	4,647.85
2029	32.2	15,188.4	0.25	4,703.60
2030	32.5	15,323.4	0.25	4,745.40
2031	32.8	15,458.4	0.25	4,787.21
2032	33.1	15,593.4	0.25	4,829.02
2033	33.5	15,773.4	0.25	4,884.76
2034	33.8	15,908.4	0.25	4,926.57
2035	34.1	16,043.4	0.25	4,968.37
2036	34.5	16,223.4	0.25	5,024.12
2037	34.8	16,358.4	0.25	5,065.93
2038	35.2	16,538.4	0.25	5,121.67
2039	35.5	16,673.4	0.25	5,163.48
2040	35.9	16,853.4	0.25	5,219.22
2041	36.2	16,988.4	0.25	5,261.03

Fuente: Elaboración propia

Se debe considerar el 25% adicional al costo generado por kWh, en la venta de la energía que se va a suministrar.

2. Egresos por Año

Tabla N°39: Egresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)

OPERACIÓN	PERIODO	COSTO S/.	COSTO ANUAL S/.
Mantenimiento	Semestral	200.00	400.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°39 se estima un egreso anual de S/.400 por concepto de mantenimiento.

Se procedió al Cálculo de las herramientas financieras como son:

3. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tabla N°40: Ingresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)

AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN	F. ANUAL, INGRESOS	FLUJO NETO
0	383,323.50			-383,323.50
1		400	4,397.01	3,997.01
2		400	4,438.82	4,038.82
3		400	4,480.62	4,080.62
4		400	4,522.43	4,122.43
5		400	4,564.24	4,164.24
6		400	4,606.05	4,206.05
7		400	4,647.85	4,247.85
8		400	4,703.60	4,303.60
9		400	4,745.40	4,345.40
10		24,078.78	4,787.21	-19,261.57
11		400	4,829.02	4,429.02
12		400	4,884.76	4,484.76
13		400	4,926.57	4,526.57
14		400	4,968.37	4,568.37
15		400	5,024.12	4,624.12
16		400	5,065.93	4,665.93
17		400	5,121.67	4,721.67
18		400	5,163.48	4,763.48
19		400	5,219.22	4,819.22
20		400	5,261.03	4,861.03
T. de descuento 12%			VAN	S/- 359,118.8
			TIR	-12%
			B/C	0.06

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión privada, obtuvimos como resultado un **VAN negativo de S/-359,118.8** y un **TIR de un -12%** siendo

más bajo que el de la tasa de descuento, así como el **B/C de 0.06**; por lo tanto decimos que el proyecto no resultaría económicamente factible en un periodo de tiempo de 20 años de ejecución; por lo que **no sería viable**.(Bernilla Rufasto, 2020)

B. Evaluación Económica a precios sociales

Para evaluar económicamente a precios sociales, se tuvo que recurrir a paginas como el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y el SNIP, que es un sistema administrativo del estado que certifica la calidad de los proyectos, bajo normas técnicas (Ministerio de Economía y Finanzas,2014).

4. Ingresos por Año

Tabla N°41: Ingresos por año a precios sociales del sistema (On grid)

AÑO	CONSUMO TOTAL REQUERIDA (KWH-AÑO)	FLUJO ANUAL DE INGRESOS (S/.)	BENEFICIOS POR ILUMINACIÓN EN COSTA (S/.)	BENEFICIOS POR RADIO Y TV (S/.)	BENEFICIOS SOCIALES(S/.)
2022	14,198.4	4,366.43	16,689.6	1,2036.6	28,726.2
2023	14,333.4	4,479.19	16,689.60	12,036.60	28,726.20
2024	14,468.4	4,521.38	16,856.50	12,156.97	29,013.46
2025	14,603.4	4,563.56	17,023.39	12,277.33	29,300.72
2026	14,738.4	4,605.75	17,190.29	12,397.70	29,587.99
2027	14,873.4	4,647.94	17,357.18	12,518.06	29,875.25
2028	15,008.4	4,690.13	17,524.08	12,638.43	30,162.51
2029	15,188.4	4,746.38	17,690.98	12,758.80	30,449.77
2030	15,323.4	4,788.56	17,913.50	12,919.28	30,832.79
2031	15,458.4	4,830.75	18,080.40	13,039.65	31,120.05
2032	15,593.4	4,872.94	18,247.30	13,160.02	31,407.31
2033	15,773.4	4,929.19	18,414.19	13,280.38	31,694.57
2034	15,908.4	4,971.38	18,636.72	13,440.87	32,077.59
2035	16,043.4	5,013.56	18,803.62	13,561.24	32,364.85
2036	16,223.4	5,069.81	18,970.51	13,681.60	32,652.11
2037	16,358.4	5112	19,193.04	13,842.09	33,035.13
2038	16,538.4	5,168.25	19,359.94	13,962.46	33322.39
2039	16,673.4	5,210.44	19,582.46	14,122.94	33,705.41
2040	16,853.4	5,266.69	19,749.36	14,243.31	33,992.67
2041	16,988.4	5,308.88	19,971.89	14,403.80	34,375.69

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión social, obtuvimos como resultados anuales desde el inicio hasta el fin del sistema. (Bernilla Rufasto, 2020)

5. Egresos por Año

Tabla N°42: Egresos por año a precios de mercado del sistema (On grid)

OPERACIÓN	PERIODO	COSTO s/	COSTO ANUAL s/
Mantenimiento	Semestral	250.00	500.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°42 se estima un egreso anual de S/.500 por concepto de mantenimiento.

Se procedió al Cálculo de las herramientas financieras como son:

6. Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

Tabla N°43: Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Interna de Retorno (TIR)

AÑO	INVERSIÓN	COSTOS DE OPERACIÓN	F. ANUAL, INGRESOS	FLUJO NETO
A.0	67,085.90			-67,085.90
A.1		420.00	28,726.2	28,726.20
A.2		420.00	28,726.2	28,306.20
A.3		420.00	290,13.46	28,593.46
A.4		420.00	29,300.72	28,880.72
A.5		420.00	29,587.99	29,167.99
A.6		420.00	29,875.25	29,455.25
A.7		420.00	30,162.51	29,742.51
A.8		420.00	30,449.77	30,029.77
A.9		420.00	30,832.79	30,412.79
A.10		129,180.57	31,120.05	-98,060.52
A.11		420.00	31,407.31	30,987.31
A.12		420.00	31,694.57	31,274.57
A.13		420.00	32,077.59	31,657.59
A.14		420.00	32,364.85	31,944.85
A.15		420.00	32,652.11	32,232.11
A.16		420.00	33,035.13	32,615.13
A.17		420.00	33,322.39	32,902.39
A.18		420.00	33,705.41	33,285.41
A.19		420.00	33,992.67	33,572.67
A.20		420.00	34,375.69	33,955.69
T. de descuento 9%			VAN	S/ 197,799.7
			TIR	43%
			B/C	3.95

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de estos cálculos de evaluación económica se consideraron los cálculos previos correspondientes a la tasa de descuento, siendo usado por el

estado para el financiamiento de sus proyectos. (Ministerio de Economía y Finanzas,2014).

De acuerdo a la evaluación de precios de mercado a inversión privada, obtuvimos como resultado un **VAN positivo de S/ 197,799.7 y un TIR de un 43%**, así como el **B/C de 3.95**; habiéndose considerado una **tasa social de descuento del 9%**, por tanto decimos que el proyecto resultaría económicamente factible en un periodo de tiempo de 20 años vida útil; por lo que **sería viable**.(Bernilla Rufasto, 2020)

V. DISCUSIÓN

El presente trabajo de investigación que se llevó a cabo, es el estudio de las energías ERNC (eólica y solar) de la localidad caserío los Ángeles, del distrito Magdalena de Cao, provincia de Ascope, departamento la Libertad; con el fin de evaluar y seleccionar cual de esas energías sería la más adecuada, para lograr la electrificación de dicho caserío.

Teniéndose en cuenta que la población del lugar no cuenta con suministro eléctrico desde su fundación hace 25 años, generando retraso en su desarrollo económico, social y cultural.

Para llevar a cabo tal estudio, se realizó una encuesta a la población, a fin de determinar el consumo energético diario de los pobladores, estando conformados por una población de 88 personas y 30 viviendas, coincidiendo con el procedimiento planteado por el autor Bernilla Rufasto (2020).

Con los datos obtenidos en la encuesta y los cálculos realizados se logró determinar una máxima demanda existente de 10.4 kW y la energía consumida de 39.44 kW/h; cabe señalar que, es necesario proyectar estos valores a un periodo de 20 años por ser el tiempo de vida útil de los elementos que conforman el sistema de energía fotovoltaica materia de la evaluación, obteniéndose la máxima demanda de 12.26 kW y de la energía consumida de 46.94 kW/h; cabe mencionar que el autor Chávez Castro (2019), también hizo uso de una proyección a este periodo.

Posteriormente, se realizó la recopilación de los datos meteorológicos de radiación solar y velocidad del viento, haciendo uso de fuentes confiables como son el Atlas Eólico del Perú, Atlas Mundial del Viento, Atlas Solar, Nasa Power, PVsyst 7.2.y Meteonorm 8.0, Solargis, lográndose obtener que la velocidad de viento en promedio a 10 metros de altura es de 4.31 m/s, según el Atlas Mundial del Viento es de 3.81 m/s a la misma altura, y del siendo este un valor menor al aceptado de 5 m/s; y del PVsyst 7.2 de menos 4 m/s, concluyéndose que la opción Eólica no es factible para la selección, un procedimiento similar realizó el investigación Chávez Castro (2019) mediante los datos de la Nasa para evaluar la velocidad del viento para un sistema híbrido pudiendo determinar el tipo de aerogenerador a usar en el sistema.

Referente a la evaluación del recurso solar se obtuvieron resultados del Atlas Solar en 1487.2 kWh/m² por año, del Solargis de 5.541 kWh/m² por día y de la Nasa Power para todos los meses del año; siendo el mes de Junio el más bajo de 4.43 kWh/m² y Diciembre el más alto de 6.13 kWh/m², así como del software PVsyst 7.2, a través de su base de datos Meteonorm 8.0. se obtuvo 4.87 kWh/m²/día, por lo cual se concluye que: la opción de Energía Solar es la más factible a desarrollar en el Caserío los Ángeles, a su vez mencionamos la coincidencia con el autor Cabanillas Barrantes (2020), en el uso de la fuente de datos de la Nasa para evaluar la radiación solar de la localidad de Olmos.

Siguiendo con el procedimiento planteado para el desarrollo del siguiente objetivo, se realizaron los cálculos para determinar los dimensionamientos y presupuestos económicos de los sistemas fotovoltaicos Aislado (Off Grid) e Interconectado (On grid), basándonos en el modelo de evaluación del autor Huanca Ramírez (2020) donde hace uso de fórmulas para dimensionar sus sistemas fotovoltaicos; así como el uso del software PVsyst 7.2 , el cual nos permitió hacer el dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos mencionados, por tanto logramos determinar que para el sistema Aislado (Off Grid) se utilizaría los siguientes materiales: 36 Módulos (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W, 4 Controladores Smart Solar MPPT 150V 100A VICTRON, 82 Batería 12V 260 Ah U-POWER UP-GC16-6RE, 3 Inversor Phoenix 48V 5000VA y para el sistema Interconectado (On Grid) se utilizarían: 32 Módulos (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W, 1 Inversor marca Fronius Symo de 20 kW., 1 Contador de energía marca SMA Energy Meter.

En cuanto al presupuesto de los ambos sistemas se obtuvieron los siguientes valores:

para el sistema Aislado (Off Grid) S/. 229,691.40 (incluido la red secundaria) y para el sistema Interconectado (On Grid) es de S/. 383,323.50 (considerándose la red primaria y secundaria).

Luego del estudio y evaluación de los presupuestos que genera la implementación económica de los sistemas, se logró calcular el VAN y TIR, siendo estas las herramientas financieras necesarias que determinarán la viabilidad y rentabilidad de los sistemas, lográndose obtener los siguientes resultados mostrados a

continuación: para el **sistema Off Grid** en referencia a la **inversión privada** se tiene un VAN negativo de S/-189,290.0 y un TIR de un -6%, así como el B/C de 0.18, no siendo viable por estar debajo de los índices establecidos. Para la **inversión social** se tienen los resultados en un VAN positivo de S/ 40,654.5 y un TIR de un 12%, un B/C de 1.2; considerándose una tasa social de descuento del 9%, **siendo económicamente viable** para un periodo de tiempo de 20 años de vida útil.

En el **sistema On Grid** en referencia a la **inversión privada** se tiene un VAN negativo de S/-359,118.8 y un TIR de un -12%, así como el B/C de 0.06, no siendo viable por estar debajo de los índices establecidos. Para la **inversión social** se tienen los resultados en un VAN positivo de S/ 197,799.7 y un TIR de un 43%, un B/C de 3.95; considerándose una tasa social de descuento del 9%, siendo **económicamente viable** para un periodo de tiempo de 20 años de vida útil; el procedimiento de análisis coincide con los realizados por el autor Bernilla Rufasto (2020) concluyendo que para la inversión privada, no sería rentable los sistemas Off Grid y On grid, a diferencia de la inversión social que sí sería factible por contar con financiamiento económico del estado.

Por tanto, según los estudios económicos realizados de los sistemas **Off Grid y On grid** para el caserío Los Ángeles **son viables** sólo si ejecutan **mediante** la **inversión social** a través del estado, logrando una mejora en la calidad de vida de la población del caserío Los Ángeles, por hacer uso de fuentes ERNC.

VI. CONCLUSIONES

1. En base a la encuesta realizada en el caserío Los Ángeles, se logró determinar la máxima demanda existente de 10.4 kW y la energía consumida de 39.44 kW/h; a su vez se hizo la proyección a 20 años (vida útil del sistema) de la máxima demanda de 12.26 kW y de la energía consumida de 46.94 kW/h.
2. De acuerdo al estudio teórico y evaluación de los sistemas ERNC del caserío y mediante el uso de fuentes meteorológicas se seleccionó a la energía solar como la opción más adecuada para lograr su electrificación, teniéndose como resultado de la radiación solar de 4.87 kWh/m²/día, a diferencia de la energía eólica que obtuvo valores de 4 m/s, siendo el valor aceptado de 5 m/s para ser viable.
3. Realizados los presupuestos económicos para ambos sistemas, se obtuvieron los valores totales del sistema fotovoltaico Aislado (Off Grid) S/. 229,691.40 (incluido la red secundaria) y para el sistema Interconectado (On Grid) ee S/. 383,323.50 (considerándose la red primaria y secundaria). También se seleccionaron los componentes que conformarían los sistemas mencionados siendo estos: para el sistema Off Grid se utilizaría los siguientes materiales: 36 Módulos (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W, 4 Controladores Smart Solar MPPT 150V 100A VICTRON, 82 Batería 12V 260 Ah U-POWER UP-GC16-6RE, 3 Inversor Phoenix 48V 5000VA y para el sistema Interconectado (On Grid) se utilizarían: 32 Módulos (Panel) marca JINKO Solar, modelo JKM400M-72H-V; 400W, 1 Inversor marca Fronius Symo de 20 kW., 1 Contador de energía marca SMA Energy Meter.
4. Se procedió a determinar la viabilidad económica de los sistemas fotovoltaicos a través de las herramientas financieras VAN y TIR, concluyéndose que la inversión social es más convenientes para ambos sistemas en: Off Grid con un VAN positivo de S/ 40,654.5 y un TIR de un 12%, un B/C de 1.2; a una tasa social de descuento del 9% y para el sistema On Grid con un VAN positivo de

S/ 197,799.7 y un TIR de un 43%, un B/C de 3.95; a una tasa social de descuento del 9%, siendo económicamente viable ambos sistemas.

VII. RECOMENDACIONES

1. Puesto que la máxima demanda ha sido considerada para cargas de viviendas y servicios sociales más no, para sistema de riego, por lo tanto, es necesario realizar una ampliación de demanda en caso de querer incluir esta carga en el sistema.
2. Es importante implementar estaciones meteorológicas en varios puntos del país para poder hacer uso de ellas y a través de su información brindada podamos realizar estudios posteriores en cuanto a las energías renovables.
3. Se debe concientizar e informar a la población, en cuanto a la aplicación de las energías renovables por ser estas limpias y que no ocasionan contaminación ambiental.
4. Se debe priorizar a través de los programas de inversión social del estado, la ejecución de obras de electrificación rural en aquellos lugares que se encuentran aislados o que tengan varios años de creación.

REFERENCIAS

- ANDINA, 2021. Perú: 49 proyectos de energías renovables se ejecutaron al cierre de 2020 | Noticias | Agencia Peruana de Noticias Andina. [en línea]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-49-proyectos-energias-renovables-se-ejecutaron-al-cierre-2020-832610.aspx>.
- ANTALA, 2019. Conoce las ventajas y desventajas de la energía eólica - Antala Industria. [en línea]. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://www.antala.es/ventajas-y-desventajas-energia-eolica/>.
- BARRERA VELÁSQUEZ, J.A., 2020. Diseño de un sistema híbrido de generación eléctrica ON GRID con energías renovables – Caso Marampampa- Llama – Chota Cajamarca. *Repositorio Institucional - UCV* [en línea], [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/59272>.
- BERNILLA RUFASO, S.V., 2020. *Diseño del sistema de generación fotovoltaico para suministrar energía eléctrica al caserío Naranjo, Distrito Miracosta, Cajamarca* [en línea]. Chiclayo: Universidad César Vallejo. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/44518/Bernilla_RSV-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- CABANILLAS BARRANTES, E., 2020. “*Análisis técnico económico para suministrar electricidad mediante sistema fotovoltaico en C.P Las Pozas - Olmos*”. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo.
- CANDAL, B., 2021. Grenergy conecta los parques eólicos Duna y Huambos en Perú - Eólica. [en línea]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://energetica21.com/noticia/grenergy-conecta-los-parques-eolicos-duna-y-huambos-en-peru>.
- CHÁVEZ CASTRO, E., 2019. «*Evaluación de las energías renovables eólica y solar, para el suministro de energía eléctrica a la comunidad ecológica Majanumia de la provincia de Jaén, departamento Cajamarca*». Lambayeque: UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO.
- DE LA CRUZ BUELVAS, J., VALENCIA OCHOA, G. y VANEGAS CHAMORRO, M., 2018. Statistical study of wind speed and direction in the departments of Atlántico and Bolívar in Colombia. *Ingeniare* [en línea], vol. 26, no. 2, pp. 319-328. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN 07183305. DOI 10.4067/S0718-33052018000200319. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052018000200319&lng=es&nrm=iso&tlng=es.
- ENDESA, 2021. Energías renovables: Qué países van ganando la carrera de las renovables. [en línea]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: https://www.elconfidencial.com/medioambiente/energia/2021-04-22/que-paises-van-ganando-la-carrera-de-las-renovables-bra_3043792/.
- GWEC, 2020. *La energía eólica es clave en la recuperación económica mundial* [en línea]. mayo 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/06/ES-Green-Recovery-Statement-2.pdf>.
- HUANCAS RAMÍREZ, I.J., 2020. *Diseño de una microred híbrida eólico solar para suministrar con energía eléctrica al centro poblado Señor de la Humildad del Distrito de Incahuasi – Ferreñafe- Lambayeque* [en línea]. Lambayeque: Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/8133>.
- IRENA, 2021. Nuevo récord mundial de capacidad energética renovable en 2020. [en línea]. Abu Dabi, Emiratos Árabes Unidos,.: [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: www.irena.org.
- JIMÉNEZ MORI, R.A., 2016. Penalización de acceso a electricidad rural en América Latina: ingresos y ubicación. [en línea]. S.l.: [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://publications.iadb.org/en/publication/rural-electricity-access-penalty-latin-america-income-and-location>.
- LABOLSADELIMA, 2020. Parques eólicos en el Perú. [en línea]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://www.labolsadelima.com/parques-eolicos-en-peru>.

- LIVAQUE BENAVIDES, R., 2020. *Diseño de un sistema híbrido eólico/ solar suministrar energía eléctrica al fundo Benavides caserío Ojo de Toro – Jayanca* [en línea]. S.l.: Universidad César Vallejo. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/48240>.
- LLUÍS FERRER, J., 2021. Ya hay cuatro países con casi el 100% de energía renovable - Verde y Azul. *Verde y Azul* [en línea]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://verdeyazul.diarioinformacion.com/ya-hay-cuatro-paises-con-casi-el-100-de-energia-renovable.html>.
- LORIO, P. y SANIN, M.E., 2019. Acceso y asequibilidad a la energía eléctrica en América Latina y El Caribe | Publications. *Banco Interamericano de Desarrollo* [en línea]. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Acceso_y_asequibilidad_a_la_energía_eléctrica_en_América_Latina_y_El_Caribe_es.pdf.
- MENDOZA URIBE, I., 2018. Valoración del viento como fuente de energía eólica en el estado de Guerrero. *Ingeniería, Revista Académica* [en línea], pp. 30-46. [Consulta: 22 octubre 2021]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/467/46759491003/html/>.
- MOCICC, 2020. Potencial energético del Perú - MOCICC - Movimiento Ciudadano frente al Cambio Climático. [en línea]. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <https://www.mocicc.org/noticias/potencial-energetico-del-peru/>.
- ONU, 2019. Indicadores de los ODS. *ONU* [en línea]. [Consulta: 25 junio 2021]. Disponible en: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-07/>.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS (ONU), 2015. Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible* [en línea]. New York: s.n., pp. 1-41. [Consulta: 23 junio 2021]. Disponible en: https://www.cooperacionspanola.es/sites/default/files/agenda_2030_desarrollo_sostenible_cooperacion_espanola_12_ago_2015_es.pdf.
- ORIO PLANAS, 2020a. Paneles de energía solar fotovoltaica. *Energía Solar* [en línea]. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/elementos/panel-fotovoltaico>.
- ORIO PLANAS, 2020b. ventajas y desventajas de la energía solar. *Energía Solar* [en línea]. [Consulta: 6 julio 2021]. Disponible en: <https://solar-energia.net/que-es-energia-solar/ventajas-desventajas>.
- OTERO FEDERICO, CERNE BIBIANA y CAMPETELLA CLAUDIA, 2017. Estudio preliminar de la velocidad del viento en San Julián en referencia a la generación de energía eólica. *Meteorologica* [en línea], vol. 42, no. 2. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN ISSN 1850-468X. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-468X2017000200004&lang=es.
- PILAR CATALINA, 2020. Más de 780 millones de personas viven actualmente sin electricidad en el mundo - Energía - Otras. *Energética* [en línea]. [Consulta: 24 junio 2021]. Disponible en: <https://energetica21.com/noticia/mas-de-780-millones-de-personas-viven-actualmente-sin-electricidad-en-el-mundo>.
- PINTO CALDERÓN, M. de los Á., MORENO CALDERÓN, J.K., MUÑOZ MALDONADO, Y.A. y OSPINO CASTRO, A., 2019. Technical and Economic Evaluation of a Small-Scale Wind Power System Located in Berlin, Colombia. *TECCIENCIA* [en línea], vol. 13, no. 24, pp. 63-72. [Consulta: 20 mayo 2021]. ISSN 19093667. DOI 10.18180/tecciencia.2018.24.7. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1909-36672018000100063&lng=en&nrm=iso&tlng=en.
- PONCE CORRAL, C., GARCÍA VILLALBA, L.A., ÑECO CABERTA, R. y ALBERTO VALENZUELA, R., 2014. Diseño de un sistema Híbrido eólico solar para suministro de energía eléctrica a zona rural en el estado de Chihuahua | Ponce Corral | Cultura Científica y Tecnológica. *Culcyt* [en línea], vol. 54, no. 1, pp. 46-62. [Consulta: 18 junio 2021]. Disponible en: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/865/817>.
- SÁNCHEZ GUTIÉRREZ, L.A., 2019. *Propuesta de mejora del abastecimiento de energía con paneles solares para reducir insatisfacción de usuarios en Zarumilla-Tumbes* [en línea]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Consulta: 5 julio 2021]. Disponible en: http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/8755/1/2019_Sanchez-Gutierrez.pdf.

SÁNCHEZ MOLINA, P., 2021. Según el Minem, en Perú se ejecutaron 7 centrales solares que suman 280 MW en 2020 – pv magazine Latin America. *pv magazine* [en línea]. [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: <https://www.pv-magazine-latam.com/2021/02/12/segun-el-minem-en-peru-se-ejecutaron-7-centrales-solares-que-suman-280-mw-en-2020/>.

TABOADA SANDOVAL, L.M., 2019. *“DISEÑO DE UN SISTEMA DE GENERACIÓN HÍBRIDO EÓLICO SOLAR PARA LA ELECTRIFICACIÓN RURAL AL CASERÍO SAN PABLO DEL DISTRITO DE PACORA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE* [en línea]. Lambayeque: s.n. [Consulta: 26 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.unprg.edu.pe:8080/bitstream/handle/20.500.12893/3767/BC-TES-TMP-2576.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

WILLAARTS, B.A., BLANCO, E., LLAVONA, A. y MARTÍNEZ, D., 2021. Análisis comparativo de acciones con enfoque del Nexo Agua-Energía-Alimentación Lecciones aprendidas para los países de América Latina y el Caribe 204 RECURSOS NATURALES Y DESARROLLO. [en línea]. Santiago: [Consulta: 7 julio 2021]. Disponible en: https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46713/1/S2000954_es.pdf.

ANEXOS

Tabla 41: Operacionalización y Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
Independiente: Estudio de alternativas ERNC.	La energía solar es una fuente de energía no convencional obtenida mediante la radiación solar, generando electricidad a través de celdas solares. (Chávez, 2019).	Estudio y evaluación de los elementos mecánicos y eléctricos de ambos sistemas, referente al potencial y demanda de dicho caserío.	Energía	Radiación solar	W/m ²
	La energía eólica, es una fuente de energía no convencional que se obtiene debido a la fuerza del viento y que es aprovechada para generar electricidad. (Tarrillo, 2019).		Potencial	Velocidad del viento	m/s
Dependiente: Suministro Eléctrico del Caserío Los Ángeles, Magdalena de Cao, Ascope, La Libertad.	Es sustitución de los combustibles fósiles por energías alternativas optando por la reducción de emisiones y aumentar la eficiencia, logrando su función en distintas situaciones. (Gilles 2019)	Las variables de la electrificación para los habitantes, se va a llegar a obtener resultados mediante el cálculo de energía y la máxima demanda	Energía eléctrica	Demanda de la energía eléctrica del caserío Potencia eléctrica requerida.	kW/h kW

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42: Técnicas e instrumentos

Técnicas	Instrumentos	Uso
Encuesta	Cuestionario mediante fichas de una serie de preguntas.	Conocer su demanda de energía eléctrica
Observación	Guía de observación	Observar los fenómenos ambientales el viento y del sol.
Análisis de documentos	Búsqueda de reportes meteorológicos	Recaudará lo datos meteorológicos mediante softwares

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 01

ELEMENTOS DEL SISTEMA:

MÓDULO



SPECIFICATIONS

Module Type	JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V		JKM405M-72H-V		JKM410M-72H-V	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp	405Wp	306Wp	410Wp	310Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V	42.0V	39.8V	42.3V	40.0V
Maximum Power Current (Imp)	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A	9.65A	7.72A	9.69A	7.76A
Open-circuit Voltage (Voc)	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V	50.1V	48.7V	50.4V	48.9V
Short-circuit Current (Isc)	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A	10.48A	8.22A	10.60A	8.26A
Module Efficiency STC (%)	19.38%		19.63%		19.88%		20.13%		20.38%	
Operating Temperature (°C)	-40°C~+85°C									
Maximum System Voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum Series Fuse Rating	20A									
Power Tolerance	0~+3%									
Temperature Coefficients of Pmax	-0.36%/°C									
Temperature Coefficients of Voc	-0.28%/°C									
Temperature Coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal Operating Cell Temperature (NOCT)	45±2°C									

STC: Irradiance 1000W/m² Cell Temperature 25°C AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m² Ambient Temperature 20°C AM=1.5 Wind Speed 1m/s

INVERSOR (ON GRID)



DATOS TÉCNICOS FRONIUS SYMO (10.0-3-M, 12.5-3-M, 15.0-3-M, 17.5-3-M, 20.0-3-M)

DATOS DE ENTRADA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Máxima corriente de entrada ($I_{dc\ máx. 1} / I_{dc\ máx. 2}$)	27 A / 16,5 A ¹⁾		33 A / 27 A		
Máxima corriente de entrada total utilizada ($I_{dc\ máx. 1} + I_{dc\ máx. 2}$)	43,5 A				
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV (MPP ₁ / MPP ₂)	40,5 A / 24,8 A				
Mínima tensión de entrada ($U_{dc\ mín.}$)	200 V				
Tensión CC mínima de puesta en servicio ($U_{dc\ arranque}$)	200 V				
Tensión de entrada nominal ($U_{dc\ n.}$)	600 V				
Máxima tensión de entrada ($U_{dc\ máx.}$)	1.000 V				
Rango de tensión MPP ($U_{mpp\ mín.} - U_{mpp\ máx.}$)	270 - 800 V	320 - 800 V	370 - 800 V	370 - 800 V	420 - 800 V
Número de seguidores MPP	2				
Número de entradas CC	3+3				
Máxima salida del generador FV ($P_{dc\ máx.}$)	15,0 kW _{peak}	18,8 kW _{peak}	22,5 kW _{peak}	26,3 kW _{peak}	30,0 kW _{peak}
DATOS DE SALIDA	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Potencia nominal CA ($P_{ac,n}$)	10.000 W	12.500 W	15.000 W	17.500 W	20.000 W
Máxima potencia de salida	10.000 VA	12.500 VA	15.000 VA	17.500 VA	20.000 VA
Máxima corriente de salida ($I_{ac\ máx.}$)	14,4 A	18,0 A	21,7 A	25,3 A	28,9 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 400 V / 230 V o 3-NPE 380 V / 220 V (+20 % / -30 %)				
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)				
Coefficiente de distorsión no lineal	1,8 %	2,0 %	1,5 %	1,5 %	1,3 %
Factor de potencia ($\cos \varphi_{ac,n}$)	0 - 1 ind. / cap.				
DATOS GENERALES	SYMO 10.0-3-M	SYMO 12.5-3-M	SYMO 15.0-3-M	SYMO 17.5-3-M	SYMO 20.0-3-M
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm				
Peso	34,8 kg		43,4 kg		
Tipo de protección	IP 66				
Clase de protección	I				
Categoría de sobretensión (CC / CA) ²⁾	1 + 2 / 3				
Consumo nocturno	< 1 W				
Concepto de inversor	Sin Transformador				
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada				
Instalación	Instalación interior y exterior				
Margen de temperatura ambiente	-40 - +60 °C				
Humedad de aire admisible	0 - 100 %				
Máxima altitud	2.000 m / 3.400 m (rango de tensión sin restricciones / con restricciones)				
Tecnología de conexión CC	6 x CC+ y 6 x CC bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Tecnología de conexión principal	5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm ²				
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G83/2, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21, NRS 097				

¹⁾ 14,0 A para tensiones < 420 V

²⁾ De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.

Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en www.fronius.es.

CONTROLADOR

Controladores de carga SmartSolar con conexión de rosca o FV MC4 MPPT 150/45 hasta MPPT 150/100



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-Tr
Con pantalla conectable opcional.



Controlador de carga SmartSolar
MPPT 150/100-MC4
Sin pantalla

Seguimiento ultrarrápido del Punto de Máxima Potencia (MPPT)

Especialmente con cielos nublados, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30%, en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

Detección avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En caso de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MPP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales suelen seleccionar un MPP local, que no necesariamente es el MPP óptimo.

El innovador algoritmo de SmartSolar maximizará siempre la recogida de energía seleccionando el MPP óptimo.

Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 98%.

Algoritmo de carga flexible

Un algoritmo de carga totalmente programable (consulte la página de *software* de nuestra página web) y ocho algoritmos de carga preprogramados, que se pueden elegir con un selector giratorio (consulte más información en el manual).

Amplia protección electrónica

Protección de sobretensión y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles FV.

Protección de corriente inversa FV.

Sensor de temperatura Interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación, en función de la temperatura.

Bluetooth Smart integrado: no necesita mochila

La solución inalámbrica para configurar, supervisar y actualizar el controlador con un teléfono inteligente, una tableta u otro dispositivo Apple o Android.

VE.Direct

Para una conexión de datos con cable a un Color Control GX, otros productos GX, PC u otros dispositivos.

On/Off remoto

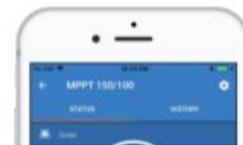
Para conectarse a un VE.BUS BMS, por ejemplo.

Relé programable

Se puede programar (entre otros, con un teléfono inteligente) para activar una alarma u otros eventos.

Opcional: pantalla LCD conectable

Simplemente retire el protector de goma del enchufe de la parte frontal del controlador y conecte la pantalla.



BATERÍA



6V 600Ah Batería plomo ácido ciclo profundo tipo americano U-POWER UP-GC16-6RE 6 V 600 A



336,00 € (impuestos inc.)

Pedidos se servirán desde la segunda semana de agosto.

Fecha de disponibilidad: 2021-08-15

 [Comprar](#)

Compartir 

Batería 6V 600Ah U-Power UP-GC16-6RE, batería preparada para los ciclos de carga y descarga profundos y exigentes. Las baterías UPower incorporan tecnologías avanzadas que se desmarcan de sus competidoras en número de ciclos y profundidad de descarga.

Descripción

Batería Monoblock UP-GC16-6RE 600Ah 6v U-POWER

Aplicaciones

Energía Solar fotovoltaica, Carretillas elevadoras, plataformas elevadoras, vehículos eléctricos barredoras, fregadoras, elevadores, apiladores, caravanas, auto caravanas, barcos, luminarias de carretera

Características eléctricas :

- C120 Capacidad nominal (120h): 600Ah
- C5 Potencia nominal (100h): 550ah
- Capacidad de reserva @ 25A: 880 min
- Capacidad de reserva @ 75A: 225 min
- Temperatura de funcionamiento: -20°C a + 55°C (siempre mantener la batería cargada al menos el 60% a temperaturas por debajo de 0 ° C)

Características mecánicas :

- Longitud: 318 mm (12,52 pulgadas)
- Ancho: 181 mm (7,12 pulgadas)
- Altura: 425 mm (16,73 pulgadas)
- Peso: 52.00 kg (114,6 libras)
- Tamaño del Grupo ICC: GC2
- Celda de disposición: 0
- SUJECCIÓN: B0
- Tipo de terminal: DT, Altura del terminal: 18,5 mm - 0,73 en, el tamaño del tornillo: 5/16

INVERSOR (OFF GRID)

☑ Inversor Victron Phoenix 48V 5000VA



S/ 9.271,43 SIN IGV
S/ 7.857,14

Envío: Envío gratuito a provincias!
Fabricante: Victron Energy | Cod. Artículo: 3005094
Cantidad:

1 año de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro

[Contactar via WhatsApp](#)

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	2400	4000
Potencia cont. de salida 40°C (W)	900	1200	1450	2200	3700
Potencia cont. de salida 65°C (W)	600	800	1000	1700	3000
Pico de potencia (W)	2400	3000	4000	6000	10000
Eficacia máx. 12/ 24 /48 V (%)	92 / 94 / 94	92 / 94 / 94	92 / 92	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío 12 / 24 / 48 V (W)	8 / 10 / 12	8 / 10 / 12	9 / 11	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo AES (W)	5 / 8 / 10	5 / 8 / 10	7 / 9	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío modo Search (W)	2 / 3 / 4	2 / 3 / 4	3 / 4	8 / 10 / 12	10 / 15
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: -40 a +65°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 VECconfigure) 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				

CABLE SOLAR

Kits Solares Fotovoltaicos | Paneles Solares | Baterías Solares | Inversores Solares | Controladores de Carga | Iluminación

Kits Solares de Aislada
Kits Solares Conectados a Red

Comercial: 993 943 927
963 812 578
945 457 588
984 435 735
956 262 497
983 598 243

autosolar@autosolar.pe

SECCIÓN ENERGÍA SOLAR

- Kits Solares Fotovoltaicos
- Kits Bombeo Agua Solar
- Paneles Solares
- Soportes Paneles Solares
- Baterías Solares
- Inversores Solares
- Controladores de Carga
- Cargador de Baterías

Cable Unifilar 16 mm2 SOLAR PV ZZ-F Rojo

S/. 19,14 SIN IGV
S/. 16,22

Envío: Envío gratuito a provincias por más de S/. 500

Entrega: Recójaló el Lunes 22 de noviembre en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: Top Cable | Cod. Artículo: 5201022

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

2 años de garantía | 14 días de devolución | 100% pago seguro

Secured by GeoTrust

RENDIMIENTO GLOBAL

Kb	Pérdidas en el proceso de acumulación
0,05	Acumuladores nuevos, sin descargas intensas
0,1	Acumuladores viejos, descargas intensas
Kr	Pérdidas en el controlador de carga
0,1	Controlador de carga eficiente
0,15	Controlador de carga antiguo, poco eficiente
Ka	Autodescarga de la batería
0,002	Baterías de baja autodescarga, sin mantenimiento
0,005	Baterías estacionarias de energía solar
0,012	Baterías de alta autodescarga
Ki	Pérdidas por el rendimiento del inversor
0	No hay inversor en la instalación
0,05	Rendimiento inversor 95%
0,1	Rendimiento inversor 90%
0,15	Rendimiento inversor 85%
0,2	Rendimiento inversor < 85%

RENDIMIENTO GLOBAL

Kv	Otras pérdidas no consideradas
0,1	Si no se han tenido en cuenta pérdidas en cableado y equipos
0,05	Si ya se ha realizado un estudio detallado de pérdidas
Pd	Profundidad de descarga máxima admisible
0,9	Batería descargada hasta el 90%
0,8	Batería descargada hasta el 80%
0,7	Batería descargada hasta el 70%
0,6	Batería descargada hasta el 60%
0,5	Batería descargada hasta el 50%
0,4	Batería descargada hasta el 40%
0,3	Batería descargada hasta el 30%
N	Número de días de autonomía
3	Vivienda fines de semana
5	Vivienda habitual
15	Instalaciones especiales con servicio prioritario
20	Instalaciones especiales alta fiabilidad

VI. PARÁMETROS DE EVALUACIÓN POR TIPO DE PROYECTO

6.1. PARÁMETROS DE PROYECTOS DE ELECTRIFICACIÓN RURAL

Factores de corrección:

Nombre del parámetro	Valor
Factor de corrección para la inversión ¹ .	0.8309
Factor de corrección para la operación y mantenimiento ² .	0.8475

1. Se aplica al total de la inversión a precios de mercado, siempre que esta no exceda los S/. 6 millones.

2. Se considera como servicio no transable de origen nacional.

Fuente: DGPI

Estimación de beneficios sociales de la electricidad en áreas rurales

Nombre del parámetro	S/. por Abonado por año
Beneficios por Iluminación en Sierra	710.88
Beneficios por Radio y T.V. en Sierra	271.43
Beneficios por Refrigeración en Sierra	0.00
Beneficios por Iluminación en Costa	556.32
Beneficios por Radio y T.V. en Costa	401.22
Beneficios por Refrigeración en Costa	1037.24
Beneficios por Iluminación en Selva	458.84
Beneficios por Radio y T.V. en Selva	260.12
Beneficios por Refrigeración en Selva	623.10

NOTA: Si un PIP sustenta la existencia de beneficios por "usos adicionales", se utilizará el valor de US\$ 0.15109 por Kw.h adicional, actualizado al tipo de cambio vigente a la fecha de formulación del estudio de preinversión.

Fuente: DGPI, actualización valores del estudio "Estrategia integral de electrificación rural" 1999, de NRECA International, Ltd. - Seta.

MONTAJE ELECTROMECHANICO

PROYECTO: ELECTRIFICACION RURAL RED PRIMARIA 10(22.9)KV, REDES SECUNDARIAS 380/220 PARA EL CASERÍO LOS ANGELES" , DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO PROVINCIA

ASCOPE- LA LIBERTAD"

UBICACIÓN: DISTRITO MAGDALENA DE CAO - PROVINCIA ASCOPE- REGION LA LIBERTAD

FECHA : diciembre-21

SECCION I: REDES PRIMARIAS

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	LOS ANGELES	TOTAL	COSTO (S/.)	
					UNITARIO	PARCIAL
1.00	OBRAS PRELIMINARES					
1.01	CARTEL DE OBRA	Und	1	1.00	560.00	560.00
1.02	GESTION DE CIRA ANTE EL MISTERIO DE CULTURA	glob.	1	1.00	4,280.00	4,280.00
1.03	GESTION DE DIA (DECLARACION DE IMPACTO AMBIENTAL)	glob.	1	1.00	5,397.00	5,397.00
1.04	ELABORACION Y GESTION DEL SISTEMA ELECTRICO RURAL (SER)	glob.	1	1.00	2,790.00	2,790.00
1.05	REPLANTEO TOPOGRÁFICO Y UBICACIÓN DE ESTRUCTURAS EN REDES PRIMARIAS	km	4.74	4.74	320.00	1,515.84
1.06	DESPEJE DE ARBOLES DENTRO DE LA FRANJA DE SERVIDUMBRE	Ha	0.47	0.47	1,733.00	820.92
1.07	GESTION DE SERVIDUMBRE E INFORME TECNICO SUSTENTATORIO(1 ORIG. + 3 COPIAS) INCLUYE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO Y RESENTACION DIGITALIZADA DEL EXPEDIENTE CONTENIDA EN UN CD	glob.	4.74	4.74	430.00	2,036.91
	SUB-TOTAL 1					17,400.67
2.00	INSTALACION DE POSTES DE CONCRETO					
2.01	TRANSPORTE DE POSTE DE CONCRETO 13/300 Kg DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	Und	6	6.00	386.99	2,321.94
2.01	TRANSPORTE DE POSTE DE CONCRETO 13/400 Kg DE ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	Und	22	22.00	432.56	9,516.32
2.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	m3	19.04	19.04	47.22	899.07
2.03	EXCAVACIÓN EN TERRENO ROCOSO	m3	4.76	4.76	149.75	712.81
2.04	IZADO, CODIFICACION ,PINTADO DE BREA BASE DE POSTE DE CONCRETO DE 13 m / 300 Kg	Und	6	6.00	95.30	571.80
2.05	IZADO, CODIFICACION ,PINTADO DE BREA BASE DE POSTE DE CONCRETO DE 13 m / 400 Kg	Und	22	22.00	114.30	2,514.60
2.06	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE CONCRETO DE POSTE DE C.A.C.TERRENO NORMAL	m3	0.95	0.95	176.70	168.22
2.07	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA CIMENTACIÓN DE CONCRETO DE POSTE DE C.A.C. TERRENO ROCOSO	m3	15.23	15.23	323.10	4,921.46
	SUB-TOTAL 2					21,626.22
3.00	INSTALACION DE RETENIDAS					
3.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	m3	10.12	10.12	47.22	477.87
3.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO ROCOSO	m3	2.53	2.53	149.75	378.87
3.03	INSTALACIÓN DE RETENIDA SIMPLE O INCLINADA	Und	10	10.00	67.90	679.00
3.04	INSTALACIÓN DE RETENIDA VERTICAL O CONTRAPUNTA	und	1	1.00	74.68	74.68
3.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN PARA EL BLOQUE DE ANCLAJE	m3	12.65	12.65	58.90	745.09
	SUB-TOTAL 3					2,355.50
4.00	MONTAJE DE ARMADOS					
4.01	ARMADO TIPO DT-3	jgo.	1	1.00	95.60	95.60
4.02	ARMADO TIPO PS1-3	jgo.	23	23.00	77.38	1,779.74
4.03	ARMADO TIPO PA2-3	jgo.	1	1.00	89.13	89.13
4.04	ARMADO TIPO PA3-3	jgo.	4	4.00	89.13	356.52
4.05	ARMADO TIPO PSEC-3	jgo.	1	1.00	144.16	144.16
4.06	ARMADO TIPO STM-3	jgo.	1	1.00	383.91	383.91
	SUB-TOTAL 4					2,849.06
5.00	MONTAJE DE CONDUCTORES DE ALEACION DE ALUMINIO					
5.01	TENDIDO Y PUESTA EN FLECHA CONDUCTOR DE ALEACIÓN DE AL DE 50 mm2, POR FASE	Km	12.38	12.38	1,272.14	15,749.09
	SUB-TOTAL 5					15,749.09
6.00	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA					
6.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	m³	44.4	44.40	47.22	2,096.57
6.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO ROCOSO	m³	11.1	11.10	149.75	1,662.23
6.03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTES DE CAC	jgo.	3	3.00	76.75	230.25
6.04	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1C EN POSTES DE CAC	jgo.	33	33.00	37.89	1,250.37
6.05	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	m3	55.5	55.50	53.50	2,969.25
	SUB-TOTAL 6					8,208.66
7.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO					
7.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS REDES PRIMARIAS	Loc	1	1.00	5,336.48	5,336.48
7.02	EXPEDIENTES TECNICOS FINAL CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS), DE LINEAS Y REDES PRIMARIAS, INCLUYE LA PRESENTACION DIGITALIZADA DE TEXTOS Y PLANOS EN CD.	Loc	1	1.00	4,300.12	4,300.12
	SUB-TOTAL 8					9,636.60
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO						77,825.80

MONTAJE ELECTROMECHANICO

PROYECTO: "ELECTRIFICACION RURAL RED PRIMARIA 10 (22.9)KV, REDES SECUNDARIAS 380/220 PARA EL CASERÍO LOS ANGELES"

UBICACIÓN : DISTRITO MAGDALENA DE CAO - PROVINCIA ASCOPE- REGION LA LIBERTAD

FECHA : diciembre-21

SECCION III: REDES SECUNDARIAS - 380/220 V

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	LOS ANGELES	TOTAL	COSTO (S/.)	
			S.E 01		UNITARIO	PARCIAL
1.00	OBRAS PRELIMINARES					
1.01	REPLANTEO TOPOGRAFICO, UBICACION DE ESTRUCTURAS E INGENIERIA DE DETALLE DE LAS REDES SECUNDARIAS	Local	1	1.00	570.84	570.84
	SUB-TOTAL 1					S/. 570.84
2.00	INSTALACIÓN DE POSTES DE CONCRETO					
2.01	TRANSPORTE DE POSTE DE 9/200Kg ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	Und	5.00	5.00	117.98	589.90
2.02	TRANSPORTE DE POSTE DE 9/300Kg ALMACEN A PUNTO DE IZAJE	Und	7.00	7.00	138.83	971.81
2.03	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m ³	6.6	6.60	47.22	311.65
2.04	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m ³	0.72	0.72	149.75	107.82
2.05	IZADO,CODIFICACION ,SEÑALIZACION, PINTADO CON BREA BASE DE POSTE DE CONCRETO DE 9/200 Kg	Und	5.00	5.00	57.58	287.90
2.06	IZADO,CODIFICACION ,SEÑALIZACION, PINTADO CON BREA BASE DE POSTE DE CONCRETO DE 9/300 Kg	Und	7.00	7.00	64.29	450.03
2.07	RELLENO Y COMPACTACION PARA CIMENTACION DE CONCRETO DE POSTE DE CAC TERRENO NORMAL	m3	0.14	0.14	118.20	17.02
2.08	RELLENO Y COMPACTACION PARA CIMENTACION DE CONCRETO DE POSTE DE CAC TERRENO ROCOSO	m3	5.28	5.28	190.10	1,003.73
	SUB-TOTAL 2					S/. 3,739.86
3.00	INSTALACIÓN DE RETENIDAS					
3.01	EXCAVACION EN TERRENO NORMAL	m ³	2.98	2.98	47.22	140.72
3.02	EXCAVACION EN TERRENO ROCOSO	m ³	0.06	0.06	149.75	8.99
3.03	INSTALACION DE RETENIDA SIMPLE O INCLINADA	Und	1.00	1.00	46.77	46.77
3.04	INSTALACION DE RETENIDA CONTRAPUNTA	Und	5.00	5.00	51.20	256.00
3.05	RELLENO Y COMPACTACION PARA EL BLOQUE DE ANCLAJE	m ³	3.04	3.04	52.36	159.17
	SUB-TOTAL 3					S/. 611.65
4.00	MONTAJE DE ARMADOS					
4.01	ARMADO TIPO E1/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	Und	3.00	3.00	19.52	58.56
4.02	ARMADO TIPO E3/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	Und	9.00	9.00	19.25	173.25
4.03	ARMADO TIPO E4/S, SIN CAJA DE DERIVACIÓN PARA ACOMETIDA	Und	1.00	1.00	24.40	24.40
	SUB-TOTAL 4					S/. 256.21
5.00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES					
5.01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI-S 3x16 + 2x16 mm ²	km	0.320	0.320	1,023.27	327.45
	SUB-TOTAL 5					S/. 327.45
6.00	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA					
6.01	EXCAVACIÓN EN TERRENO NORMAL	m ³	3.28	3.28	47.22	154.88
6.02	EXCAVACIÓN EN TERRENO ROCOSO	m ³	0.17	0.17	149.75	25.46
6.03	INSTALACION DE PUESTA A TIERRA TIPO PAT-1 EN POSTES DE CAC	jgo	3.00	3.00	30.82	92.46
6.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE PUESTA A TIERRA	m3	3.45	3.45	53.54	184.70
	SUB-TOTAL 6					S/. 457.49
7.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS					
7.01	INSTALACION DE ACOMETIDA DOMICILIARIAS, CONFIGURACION: CORTA (No Incluye medidor de energia activa)	Und	30.00	30.00	46.54	1,396.20
7.02	INSTALACION DE MEDIDOR DE ENERGIA ACTIVA ELECTRONICO (Incluye conexión a cable de acometida)	Und	30.00	30.00	24.62	738.60
7.03	VERIFICACION, PRECINTADO MEDIDOR MONOFÁSICO DE ENERGÍA ACTIVA ELECTRÓNICO	Und	30.00	30.00	22.37	671.10
7.04	SOLDADO,PINTADO Y CODIFICADO DE CAJAS PORTAMEDIDOR	und	30.00	30.00	32.30	969.00
	SUB-TOTAL 8					S/. 3,774.90
8.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:					
8.01	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LAS REDES	Loc	1.00	1.00	1,336.48	1,336.48
8.02	EXPEDIENTE TECNICO FINALES CONFORME A OBRA (1 ORIGINAL + 3 COPIAS) DE REDES SECUNDARIAS, INCLUYE LA PRESENTACION DIGITALIZADA DE L EXPEDIENTE EN UN CD	Loc	1.00	1.00	2,491.02	2,491.02
	SUB-TOTAL 10					S/. 3,827.50
TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO						S/. 13,565.90

SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

PROYECTO: "ELECTRIFICACION RURAL RED PRIMARIA 10(22.9)KV, REDES SECUNDARIAS 380/220 PARA EL CASERIO LOS ANGELES", DISTRITO DE MAGDALENA DE CAO- PROVINCIA ASCOPE- LA LIBERTAD"
 UBICACIÓN : DISTRITO MAGDALENA DE CAO - PROVINCIA ASCOPE- REGION LA LIBERTAD FECHA
 : dic.-21
 SECCION I: REDES PRIMARIAS 10(22.9)KV

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	LOS ANGELES	TOTAL	COSTO (S/.)	
					UNITARIO	PARCIAL
1.00	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO					
1.01	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13 m / 400 Kg, INCLUYE PERILLA	Und	22.0	22.0	1,200.00	26,400.0
1.02	POSTE DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO DE 13 m / 300 Kg, INCLUYE PERILLA	Und	6.0	6.0	1,000.00	6,000.0
1.03	MEDIA LOZA C.A.C. 1.30 m, CON SEGURO	Und	1.0	1.0	200.00	200.0
1.04	MENSULA DE C.A.V. 1.00m	Und	70.0	70.0	95.00	6,650.0
1.05	PALOMILLA C.A.V 1.50 m	Und	2.0	2.0	134.00	268.0
1.06	CAJA DE CONCRETO PARA PUESTA A TIERRA	Und	3.0	3.0	150.00	450.0
	SUB-TOTAL 1					39,968.0
2.00	AISLADORES Y ACCESORIOS					
2.01	AISLADOR HIBRIDO TIPO PIN DE 25KV, INCLUYE HERRAJES	Und	76.0	76.0	90.00	6,840.0
2.02	AISLADOR POLIMERICO PARA ANCLAJE DE 28KV, INCLUYE HERRAJES	Und	22.0	22.0	110.00	2,420.0
	SUB-TOTAL 2					9,260.0
3.00	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO					
3.01	CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO DE 50 mm ²	m	12,380.0	12,380.0	2.50	30,950.0
	SUB-TOTAL 3					30,950.0
4.00	ACCESORIOS PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO					
4.01	VARILLA DE ARMAR PREFORMADA SIMPLE PARA CONDUCTOR DE 50 mm2	Und	70.0	70.0	6.10	427.0
4.02	CONECTOR TIPO CUÑA PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	Und	3.0	3.0	3.20	9.6
4.03	CONECTOR BIMETALICO AL/CU DOBLE VIA PARA CONDUCTOR DE 50 mm2	Und	6.0	6.0	4.20	25.2
4.04	GRAPA DE ANGULO O SUSPENSION PARA CONDUCTOR DE 50 mm2	Und	3.0	3.0	20.00	60.0
4.05	GRAPA DE ANCLAJE, TIPO PISTOLA 2 PERNOS	Und	22.0	22.0	20.00	440.0
4.06	ALAMBRE DE AMARRE ALUMINIO RECOCIDO DE 16 mm2	m	490.0	490.0	1.19	583.1
	SUB-TOTAL 4					1,544.9
5.00	CONDUCTOR DE COBRE					
5.01	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO TB, CABLEADO, DE 35 mm2, PARA PUESTA A TIERRA	m	517.0	517.0	10.10	5,221.7
5.02	CONDUCTOR DE COBRE TEMPLE DURO DE 35 mm2 , PARA CUELLOS	m	28.0	28.0	12.15	340.2
	SUB-TOTAL 5					5,561.9
6.00	MATERIAL DE FERRETERIA PARA POSTES Y CRUCETAS					
6.01	PERNO DOBLE ARMADO DE A°G° DE 16 mm Ø x 508 mm, PROVISTO DE 4 TUERCAS	Und	80.0	80.0	10.00	800.0
6.02	PERNO OJO DE A°G° DE 16 mm Ø x 305 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	32.0	32.0	8.00	256.0
6.03	TUERCA-OJO PARA PERNO DE 16 mm Ø	Und	6.0	6.0	6.00	36.0
6.04	ARANDELA CUADRADA PLANA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	86.0	86.0	1.00	86.0
6.05	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	67.0	67.0	1.00	67.0
6.06	HEBILLA PARA FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 19 mm ANCHO	Und	135.0	135.0	1.85	249.8
6.07	FLEJE DE ACERO INOXIDABLE 19 mm ANCHO	Und	3.0	3.0	45.00	135.0
6.08	BREA UNDERCAUTING Y DISOLVENTE	Gl.	12.0	12.0	25.00	300.0
	SUB-TOTAL 6					1,929.8
7.00	RETENIDAS Y ANCLAJES					
7.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS MARTIN, DE 10 mm Ø	m	104.0	104.0	3.10	322.4
7.02	PERNO ANGULAR DE A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	8.0	8.0	7.33	58.6
7.03	VARILLA DE ANCLAJE DE A° G° DE 16 mm Ø x 2,40 m, PROVISTO DE OJAL GUARDACABO EN UN EXTREMO; TUERCA Y CONTRATUERCA EN EL OTRO	Und	8.0	8.0	29.14	233.1
7.04	MORDAZA PREFORMADA DE A° G° PARA CABLE DE 10 mm Ø	Und	32.0	32.0	7.80	249.6
7.05	ALAMBRE DE A° G° N° 12 PARA ENTORCHADO	m	40.0	40.0	0.63	25.2
7.06	ARANDELA DE ANCLAJE, DE A° G°, 102 x 102 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	8.0	8.0	4.23	33.8
7.07	BLOQUE DE CONCRETO DE 0,50 x 0,50 x 0,20 m	Und	8.0	8.0	32.77	262.2
7.08	SOPORTE DE CONTRAPUNTA DE 51 MM Ø X 1000 MM DE LONGITUD, CON ABRAZADERA PARTIDA	Und	1.0	1.0	60.00	60.0
7.09	AISLADOR POLIMERICO CON CONEXION HORQUILLA (ESTRUCTURA) Y LENGUETA (LINEA) DE 36KV	Und	8.0	8.0	110.00	880.0
7.10	ENLACE METALICO, DE 254 MM X 75 MM X 38 MM, DE 70 KN DE RESISTENCIA	Und	8.0	8.0	21.70	173.6
7.11	GRILLETE DE ACERO DE 70 KN	Und	8.0	8.0	10.30	82.4
7.12	CANAleta PROTECTORA DE A°G° 1/16"x8"(2400mm)	Und	8.0	8.0	28.50	228.0
	SUB-TOTAL 7					2,609.0
8.00	MATERIAL PARA PUESTA A TIERRA					
8.01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE DE 16mm Ø X 2,40 m	Und	3.0	3.0	38.50	115.5
8.02	CONECTOR DE BRONCE TIPO AB	Und	3.0	3.0	4.90	14.7
8.03	CONECTOR DE COBRE TIPO PERNO PARTIDO PARA CONDUCTOR DE 35 mm2	Und	71.0	71.0	3.70	262.7
8.04	PLANCHA DOBLADA DE COBRE PARA TOMA A TIERRA DE ESPIGAS Y/ O PERNOS	Und	109.0	109.0	5.50	599.5
8.05	BENTONITA	Und	7.0	7.0	30.00	210.0
8.06	TIERRA DE CULTIVO PARA PUESTA A TIERRA	m3	4.1	4.1	15.00	61.2
	SUB-TOTAL 8					1,263.6
9.00	TABLEROS DE DISTRIBUCION					
9.01	TABLERO DE DISTRIBUCION COMPLETA PARA S.E. TRIFASICA DE 25KVA, 380-220V	Und	1.0	1.0	3,100.00	3,100.0
	SUB-TOTAL 9					3,100.0
10.00	EQUIPOS DE PROTECCION Y MANIOBRA					
10.01	SECCIONADOR-FUSIBLE UNIPOLAR TIPO EXPULSION (CUT-OUT) DE 27kv,100 A	Und	5.0	5.0	220.00	1,100.0
10.02	FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 3A, TIPO K	Und	3.0	3.0	5.50	16.5
10.03	FUSIBLE TIPO EXPULSION DE 2A, TIPO K	Und	5.0	5.0	5.00	25.0
	SUB-TOTAL 10					1,141.5
11.00	TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCION					
11.01	TRANSFORMADOR TRIFASICO DE 15 kVA; 10(22.9)KV/0.38-0.23 kV	Und	1.0	1.0	4,500.00	4,500.0
	SUB-TOTAL 11					4,500.0
12.00	CABLES DE ENERGIA DE BAJA TENSION					
12.01	CABLE NYY, 1 KV, 1x25mm ²	m	10.0	10.0	9.50	95.0
12.02	CABLE NYY, 1 KV, 1x35mm ²	m	16.0	16.0	12.50	200.0
	SUB-TOTAL 12					295.0
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES						102,123.61

SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES

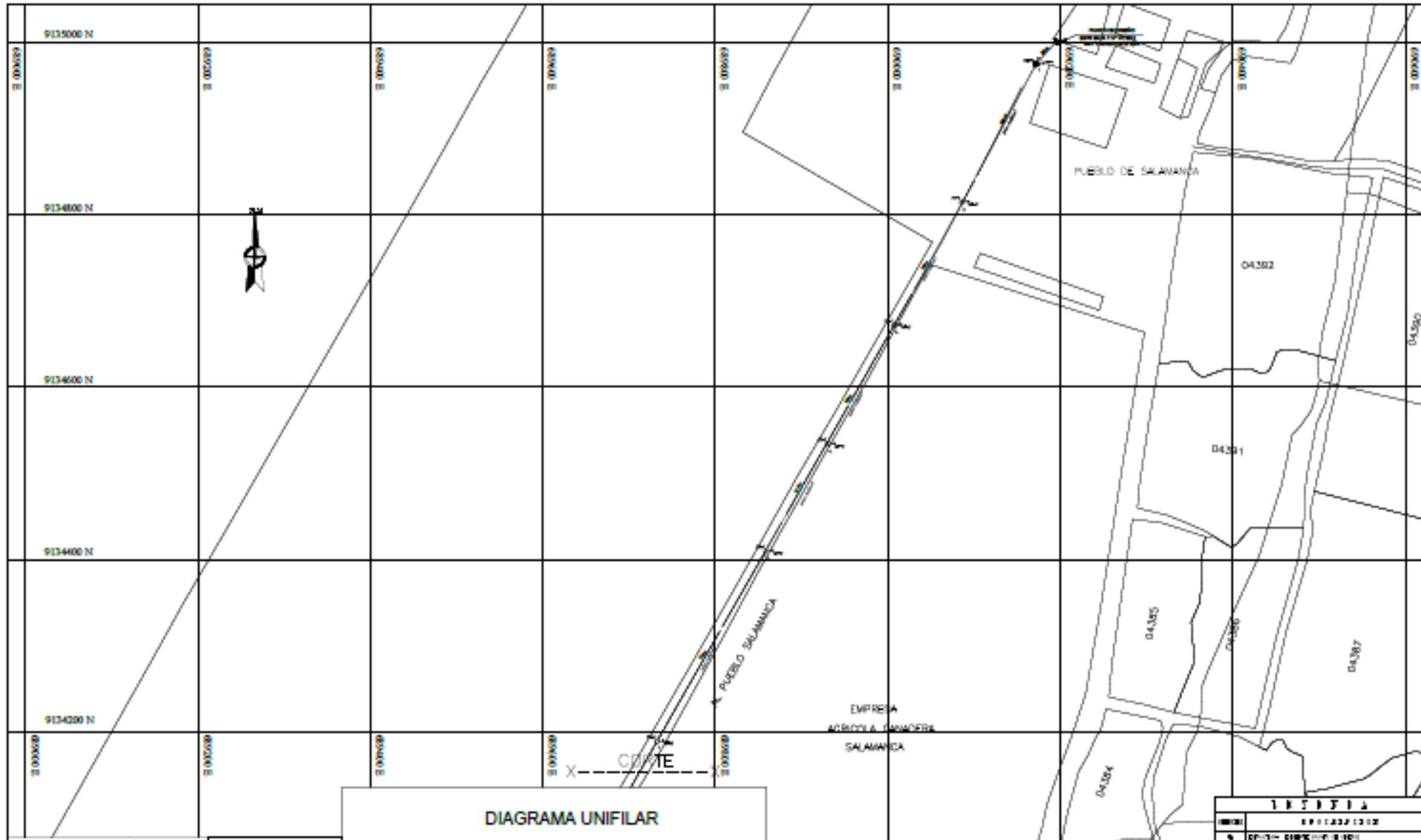
PROYECTO: "ELECTRIFICACION RURAL RED PRIMARIA 10 (22.9)KV, REDES SECUNDARIAS 380/220 PARA EL CASERÍO LOS ANGELES"

UBICACIÓN : DISTRITO MAGDALENA DE CAO - PROVINCIA ASCOPE- REGION LA LIBERTAD

FECHA : diciembre-21

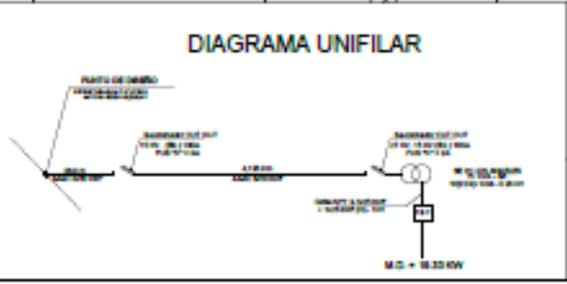
SECCION II: REDES SECUNDARIAS - 380/220 V

ITEM	DESCRIPCIÓN DE PARTIDAS	UND.	LOS ANGELES	TOTAL	COSTO (S/.)	
			S.E 01		UNITARIO	PARCIAL
1.00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO					
1.01	POSTE DE CONCRETO DE 9 m/200 Kg, INCLUYE PERILLA DE CONCRETO	Und	5.00	5.00	365.00	1,825.00
1.02	POSTE DE CONCRETO DE 9 m/300 Kg, INCLUYE PERILLA DE CONCRETO	Und	7.00	7.00	420.00	2,940.00
	SUB-TOTAL 1					S/. 4,765.00
2.00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO					
2.01	CONDUCTOR AUTOPORTANTE DE ALUMINIO CAAI-S 3x16 + 2x16 mm ²	m	320.00	320.00	7.00	2,240.00
	SUB-TOTAL 2					S/. 2,240.00
3.00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES					
3.01	GRAPA DE SUSPENSION ANGULAR PARA CONDUCTOR DE ALEACION DE ALUMINIO 25 A 35 mm2	Und	4.00	4.00	6.84	27.36
3.02	GRAPA DE VIAS PARALELAS DE 2 PERNOS(PARA ANCLAJE)	Und	12.00	12.00	17.20	206.40
3.03	CONECTOR BIMETÁLICO TIPO CUÑA, P/CONDUCTORES Al 16mm2/AL 16mm2	Und	8.00	8.00	5.41	43.28
3.04	CORREA PLASTICA DE AMARRE COLOR NEGRO	Und	40.00	40.00	0.30	12.00
3.05	MANTA ABIERTA TERMOCONTRACTIL, 1000V, DE 1.00M, PARA SECCION DE 10-35 mm2	Pza	2.00	2.00	150.00	300.00
3.06	CONECTOR BIMETÁLICO TIPO CUÑA, P/CONDUCTORES Al 16mm2/Cu 4-10mm2	Und	36.00	36.00	5.41	194.76
3.07	CINTA AISLANTE	Und	3.00	3.00	25.00	75.00
	SUB-TOTAL 3					S/. 858.80
4.00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE					
4.01	CONDUCTOR DE COBRE CONCENTRICO, 2 x 4 mm2, CON AISLAMIENTO Y CUBIERTA DE PVC	m	1000.00	1,000.00	3.98	3,980.00
4.02	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO N2XY, TETRAPOLAR, 4x10 mm2, CUBIERTA NEGRA CON AISLAMIENTO	m	12.00	12.00	20.00	240.00
4.03	CONDUCTOR DE Cu RECOCIDO, TIPO NLT, BIPOLAR, 2x2.5 mm2	m	50.00	50.00	4.50	225.00
4.04	CONDUCTOR DE COBRE RECOCIDO, CABLEADO, DESNUDO DE 25 mm2	m	28.00	28.00	7.93	222.04
	SUB-TOTAL 4					S/. 4,667.04
5.00	RETENIDAS Y ANCLAJES					
5.01	CABLE DE ACERO GRADO SIEMENS-MARTIN, 10 mm Ø, 7 HILOS	m	56.00	56.00	3.79	212.24
5.02	PERNO ANGULAR CON OJAL-GUARDACABO DE 203 mm x 16 mm Ø	Und	6.00	6.00	7.33	43.98
5.03	VARILLA DE ANCLAJE DE ACERO DE 13 mm Ø x 2,40 m PROVISTO DE OJAL-GUARDACABO, TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	6.00	6.00	29.14	174.84
5.04	ARANDELA DE ANCLAJE DE ACERO DE 102 x102 x5 mm, AGUJ.18 mm Ø	Und	6.00	6.00	4.23	25.38
5.05	AMARRE PREFORMADO DE A°G° PARA CABLES DE 10mm	Und	22.00	22.00	7.80	171.60
5.06	CONTRAPUNTA DE ACERO DE 51 mm Ø x 1 m DE LONGITUD PROVISTA DE ABRAZADERA PARTIDA, PLATINA 100 x 5 mm, CON 4 PERNOS DE 16 Ø x 51 mm		5.00	5.00	60.00	300.00
5.07	ALAMBRE DE A° G° N° 12 PARA ENTORCHADO	m	10.00	10.00	0.63	6.30
5.08	BLOQUE DE CONCRETO ARMADO DE 0,40 x 0,40 x 0,20 m	Und	6.00	6.00	32.77	196.62
5.09	CANAleta PROTECTORA DE AOGO 1.6 mm x 2,40 m	Und	6.00	6.00	28.50	171.00
5.10	AISLADOR DE TRACCIÓN TIPO NUEZ ANSI 54-1	Und	6.00	6.00	8.10	48.60
	SUB-TOTAL 6					S/. 1,350.56
6.00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS					
6.01	PERNO CON GANCHO, DE A° G°, DE 16 mm Ø x 203 mm PROVISTO DE ARANDELA FIJA, TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	20.00	20.00	7.90	158.00
6.02	PERNO CON GANCHO, DE A° G°, DE 16 mm Ø x 305 mm PROVISTO DE ARANDELA FIJA, TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	2.00	2.00	9.77	19.54
6.03	PERNO DE A°G° DE 13 mm Ø x 203 mm, PROVISTO DE TUERCA Y CONTRATUERCA	Und	18.00	18.00	4.68	84.24
6.04	TUERCA-GANCHO DE A° G°, PARA PERNO DE 16 mm Ø	Und	4.00	4.00	7.04	28.16
6.05	ARANDELA CUADRADA CURVA DE A° G°, 57 x 57 x 5 mm, AGUJERO DE 18 mm Ø	Und	22.00	22.00	1.53	33.66
6.06	BREA UNDERCAUTING Y DISOLVENTE	Gl.	1.00	1.00	25.00	25.00
6.07	DISTANCIADOR B.T TIPO CONTRAPUNTA DE F°G° 0.5mx2" (Incluye abrazaderas, 2 pernos maq. Arandelas)	Und	4.00	4.00	25.00	100.00
6.08	PORTALINEA UNIPOLAR DE A°G°, PROVISTO DE PIN DE 10 mm Ø	Und	18.00	18.00	4.70	84.60
	SUB-TOTAL 7					S/. 533.20
7.00	PUESTA A TIERRA					
7.01	ELECTRODO DE ACERO RECUBIERTO CON COBRE DE 16mm Ø X 2,40 m	Und	3.00	3.00	38.50	115.50
7.02	CONECTOR DE BRONCE TIPOA AB	Und	3.00	3.00	4.90	14.70
7.03	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO TIPO CUÑA, P/ CONDUCTORES Al 25mm2 /Cu 25mm2 Y PARA NEUTRO AISLADO.	Und	3.00	3.00	5.41	16.23
7.04	CAJA DE REGISTRO DE CONCRETO	Und	3.00	3.00	42.74	128.22
7.05	TIERRA DE CULTIVO PARA PUESTA A TIERRA	m3	4.08	4.08	15.00	61.20
7.06	BENTONITA	Bls	3.00	3.00	25.00	75.00
	SUB-TOTAL 8					S/. 410.85
8.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS					
8.01	TUBO DE A°G° DE 19 mm Ø x 3 m, PROVISTO DE CODO	Und	30.00	30.00	35.00	1,050.00
8.02	TEMPLADOR DE A°G°	Und	30.00	30.00	1.95	58.50
8.03	CAJA DE DERIVACION PARA ACOMETIDAS, SISTEMA 380-220 V (6 BORNERAS EN CADA BARRA DE COBRE)	Und	2.00	2.00	155.00	310.00
8.04	ARMELLA TIRAFONDO DE 10mm Ø x 64mm DE LONGITUD	Und	30.00	30.00	1.00	30.00
8.05	CONECTOR BIMETÁLICO AISLADO TIPO CUÑA, P/Al 35/Cu 4-10 mm2	Und	60.00	60.00	5.41	324.60
8.06	TARUGO DE CEDRO DE 13 mm x 50 mm	Und	25.00	25.00	0.45	11.25
8.07	ALAMBRE GALVANIZADO N° 12 AWG	m	180.00	180.00	0.74	133.20
8.08	CAJA METÁLICA PORTAMEDIDOR, EQUIPADO CON INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO BIPOLAR DE 25A, CURVA TIPO "B", 10 KA DE CORRIENTE CORTOCIRCUITO-SERVICIO.	Und	30.00	30.00	60.00	1,800.00
8.09	MEDIDOR MONOF. ENERGIA ACTIVA, TIPO ELECTRONICO CON MICRO PROCESADOR DE 220 V; 5-40A; 60 Hz.	Und	30.00	30.00	50.00	1,500.00
	SUB-TOTAL 9					S/. 5,217.55
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES						S/. 20,043.00



TOTAL DE LA MENOR DEMANDA Y ENERGIA CONSUMIDA EN LOS EQUIPOS ANEXOS A DE SERVIDOR

Descripción	Cantidad	Alteza Demanda (Unidades SMD)	Total Alteza Demanda (SMD)
Alarma	28	0.14	11.18
Cableado	1	0.15	0.15
Sistema	1	0.15	0.15
Local control	1	0.04	0.04
TOTAL ACTUAL			11.52
PROYECCION A 10 AÑOS			11.52
PROYECCION A 20 AÑOS			12.28

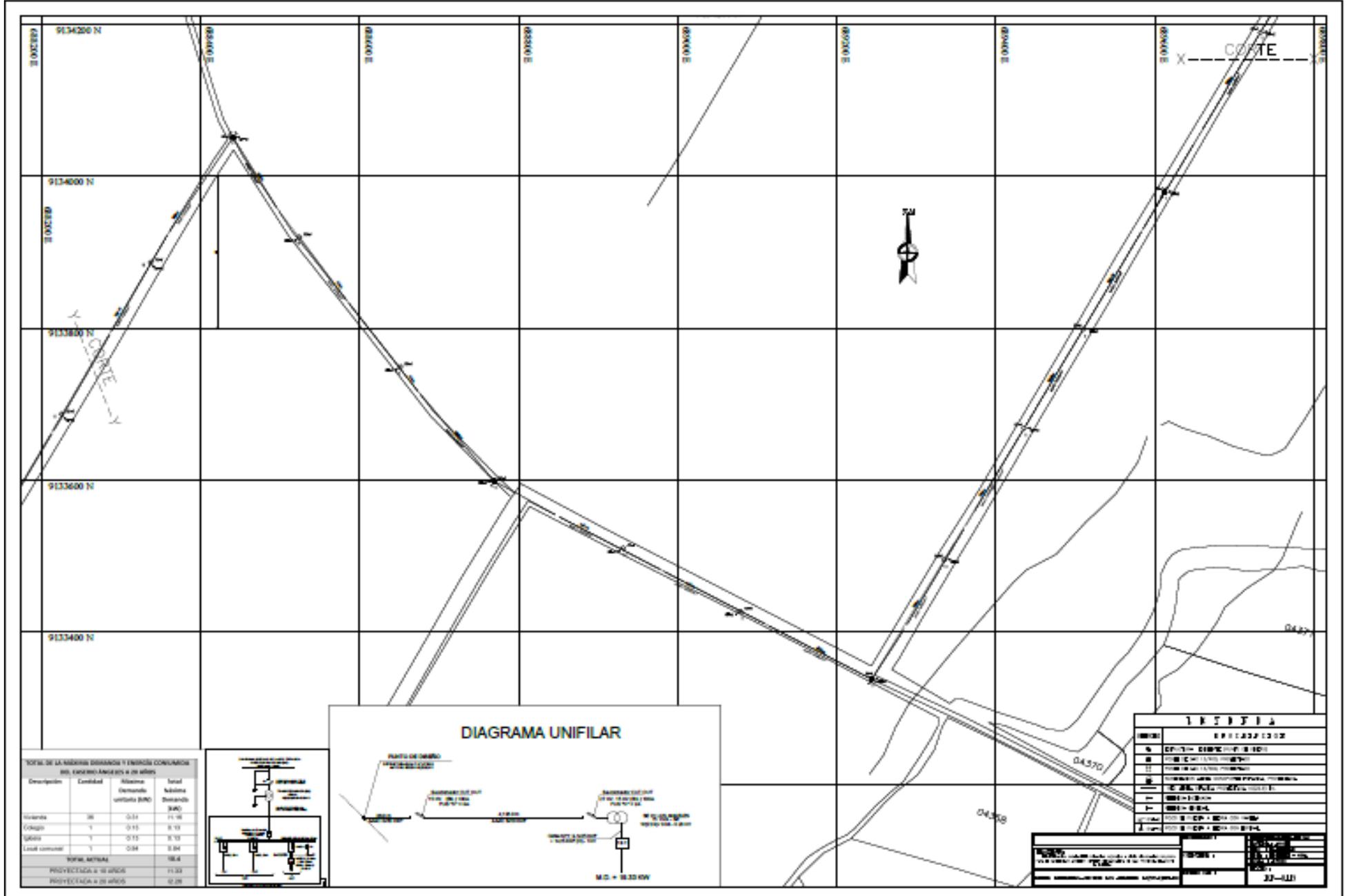


03754

LEYENDA

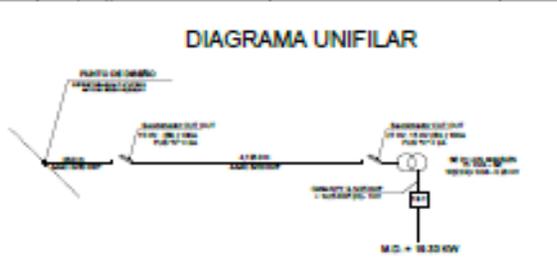
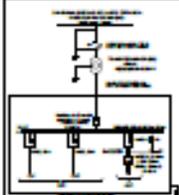
1	SEÑALIZACION
2	SEÑALIZACION
3	SEÑALIZACION
4	SEÑALIZACION
5	SEÑALIZACION
6	SEÑALIZACION
7	SEÑALIZACION
8	SEÑALIZACION
9	SEÑALIZACION
10	SEÑALIZACION

PROYECTO	FECHA
PROYECTISTA	PROYECTISTA
PROYECTISTA	PROYECTISTA
PROYECTISTA	PROYECTISTA



TOTAL DE LA MATERIA PRIMARIA Y ENERGIA CONSUMIDA EN EL EJERCICIO FINANCIERO A 30 DIAS

Descripción	Cantidad	Alcance Distancia último B.M.D.	Total Subtota Demanda
Alambres	38	0.34	11.78
Cables	1	0.12	0.12
Alambres	1	0.12	0.12
Local consumo	1	0.04	0.04
TOTAL MATERIA			12.06
PROYECTO A 10 DIAS			11.32
PROYECTO A 30 DIAS			12.06



LEYENDA	
1	OPERA
2	OPERA
3	OPERA
4	OPERA
5	OPERA
6	OPERA
7	OPERA
8	OPERA
9	OPERA
10	OPERA
11	OPERA
12	OPERA
13	OPERA
14	OPERA
15	OPERA
16	OPERA
17	OPERA
18	OPERA
19	OPERA
20	OPERA
21	OPERA
22	OPERA
23	OPERA
24	OPERA
25	OPERA
26	OPERA
27	OPERA
28	OPERA
29	OPERA
30	OPERA
31	OPERA
32	OPERA
33	OPERA
34	OPERA
35	OPERA
36	OPERA
37	OPERA
38	OPERA
39	OPERA
40	OPERA
41	OPERA
42	OPERA
43	OPERA
44	OPERA
45	OPERA
46	OPERA
47	OPERA
48	OPERA
49	OPERA
50	OPERA

CRITERIOS DE EVALUACIÓN POR EXPERTOS

N° de encuesta	La presente encuesta tiene relación con el tema materia del estudio		Formulación de las preguntas de manera clara		Existe relación entre las preguntas		Con la presente encuesta se puede medir lo que se pretende		Observaciones y/o comentarios
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		
2	X		X		X		X		
3	X		X		X		X		
4	X		X		X		X		
5	X		X		X		X		
6	X		X		X		X		
7	X		X		X		X		
8	X		X		X		X		
9	X		X		X		X		
10	X		X		X		X		

Validez de encuesta

Validado por	Acceptable	X	No aceptable	
	Firma		Especialidad	
			Ing. Mecánico Electricista Cip 100294	
	Ing. Daniel David Martínez Relúz			
			Fecha	
			01-12-2021	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN POR EXPERTOS

N° de encuesta	La presente encuesta tiene relación con el tema materia del estudio		Formulación de las preguntas de manera clara		Existe relación entre las preguntas		Con la presente encuesta se puede medir lo que se pretende		Observaciones y/o comentarios
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		
2	X		X		X		X		
3	X		X		X		X		
4	X		X		X		X		
5	X		X		X		X		
6	X		X		X		X		
7	X		X		X		X		
8	X		X		X		X		
9	X		X		X		X		
10	X		X		X		X		

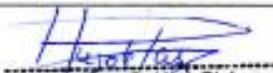
Validez de encuesta

Validado por	Acceptable	X	No aceptable	
	Firma		Especialidad	
	 Ing. Celestino Paico Carlos Mecánico - Electricista CIP. 92292		Ing. Mecánico Electricista Cip 92292	
	Ing. Celestino Paico Carlos		Fecha	
			01-12-2021	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN POR EXPERTOS

N° de encuesta	La presente encuesta tiene relación con el tema materia del estudio		Formulación de las preguntas de manera clara		Existe relación entre las preguntas		Con la presente encuesta se puede medir lo que se pretende		Observaciones y/o comentarios
	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	X		X		X		X		
2	X		X		X		X		
3	X		X		X		X		
4	X		X		X		X		
5	X		X		X		X		
6	X		X		X		X		
7	X		X		X		X		
8	X		X		X		X		
9	X		X		X		X		
10	X		X		X		X		

Validez de encuesta

Validado por	Acceptable	X	No aceptable	
	Firma		Especialidad	
	 Víctor Hugo Peláez Chávez ING. MECANICO R. CIP. N° 197130		Ing. Mecánico Cip 197130	
	Ing. Víctor Hugo Peláez Chávez			

FORMATO DE ENCUESTA DE CAMPO

CASERIO: LOS ÁNGELES PROVINCIA: ASCOPE	DISTRITO: MAGDALENA DE CAO DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
1. GENERALIDADES	
1.1 Nombres y Apellidos del Jefe (a) de familia: _____	
1.2 Número de habitantes por familia y/o vivienda: _____	
2. SERVICIOS BÁSICOS	
2.1 Cuenta con servicios de energía eléctrica brindada por alguna empresa: SI _____ NO _____	
2.2 Si respondió "No" a la pregunta anterior, que otra fuente de energía usa: Batería _____ Grupo electrógeno _____ Otro _____	
2.3 Tipo de fuente de iluminación que utiliza en la vivienda: Luminaria incandescente _____ Luminaria tipo ahorrador o led _____ Lámpara a pilas _____ Lámpara a kerosene _____ Velas _____ Carbón u otros _____	
2.4 Iluminación: Cantidad de luminarias que usa en la vivienda _____ Potencia (W) _____ Horas de Uso _____	
2.5 Artefactos eléctricos con que cuenta la vivienda: Radio _____ N° horas de uso _____ Televisor _____ N° horas de uso _____ Computadora _____ N° horas de uso _____ Refrigeradora _____ N° horas de uso _____	
3. RECURSOS RENOVABLES	
3.1 Conoce el uso de los módulos (paneles) solares SI _____ NO _____	
3.2 Conoce el uso de los aerogeneradores eólicos SI _____ NO _____	
3.3 Estaría de acuerdo de contar con energía eléctrica mediante el uso de la energía solar (sol) o la energía eólica (viento) SI _____ NO _____	

ENERGIA POR AÑO

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>$P_{10} = 88 (1 + 0.01)^{10} = 97$ personas</p> <p>$P_{20} = 88 (1 + 0.01)^{20} = 107$ personas</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 25%;"> <p>$V_{10} = 30 \left(\frac{97}{88}\right) = 33$ viviendas</p> <p>$V_{20} = 30 \left(\frac{107}{88}\right) = 36$ viviendas</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>88 personas 30 viviendas TOTAL DE ENERGIA AL AÑO</p> </div> </div>				
	AÑOS	POBLADORES	VIVIENDAS	TOTAL DE ENERGIA AL AÑO
0	2022	88	30	14198.4
1	2023	88.88	30.3	14333.4
2	2024	89.77	30.6	14468.4
3	2025	90.67	30.9	14603.4
4	2026	91.57	31.2	14738.4
5	2027	92.49	31.5	14873.4
6	2028	93.41	31.8	15008.4
7	2029	94.35	32.2	15188.4
8	2030	95.29	32.5	15323.4
9	2031	96.24	32.8	15458.4
10	2032	97.21	33.1	15593.4
11	2033	98.18	33.5	15773.4
12	2034	99.16	33.8	15908.4
13	2035	100.15	34.1	16043.4
14	2036	101.15	34.5	16223.4
15	2037	102.17	34.8	16358.4
16	2038	103.19	35.2	16538.4
17	2039	104.22	35.5	16673.4
18	2040	105.26	35.9	16853.4
19	2041	106.31	36.2	16988.4
TOTAL				311148