

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA.



UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN

DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA
SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO
JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA,
2021

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AUTOR(ES): Bach. DANNY WALDIMIR PEÑA MONTALVÁN
Bach. ROLANDO ACUÑA GARCÍA

ASESOR: M.SC. ING. MARIO FÉLIX OLIVERA ALDANA

JAÉN – PERÚ, JUNIO DEL 2022

Three handwritten signatures in blue ink are located at the bottom right of the page. The first signature is the most prominent and appears to be 'Rolando Acuña García'. The second signature is smaller and less legible. The third signature is also smaller and less legible.



“AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL”

ACTA DE SUSTENTACIÓN

Los que suscribimos integrantes del Jurado Evaluador del Informe Final de Tesis, denominado **“Diseño de un Sistema Fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos - Cajamarca”**. Presentado por el Bach. Danny Waldimir Peña Montalvan y el Bach. Rolando Acuña García de la Carrera Profesional de **Ingeniería de Mecánica y Eléctrica** de la Universidad Nacional de Jaén,

- () Plan de Trabajo de Investigación () Informe Final de Trabajo de Investigación
() Proyecto de Tesis (X) Informe Final de Tesis
() Informe Final del Trabajo por Suficiencia Profesional

Ha sido dictaminado como:

- (X) Aprobado (X) Unanimidad () Mayoría
() Desaprobado () Unanimidad () Mayoría

Obteniendo la siguiente calificación y mención:

Nota en Escala Vigesimal		Mención
Números	Letras	
14	Catorce	Bueno

En concordancia con el Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén.

Jaén, 21 de junio del 2022

Mg. Jannier A. Montenegro Juárez
Presidente

Mg. Marcos Antonio Gonzáles Santisteban
Vocal

Mg. Walter Linder Cabrera Torres
Secretario

ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 ANTECEDENTES.....	2
1.1.1 Antecedentes internacionales	2
1.1.2 Antecedentes Nacionales	3
1.1.3 Antecedentes Locales.....	3
1.2 REALIDAD PROBLEMÁTICA	4
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.4 HIPÓTESIS.....	6
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	6
1.5.1 Justificación Económica.....	6
1.5.2 Justificación Social.	7
1.5.3 Justificación Ambiental.....	7
1.5.4 Justificación Técnica.	7
II. OBJETIVOS.	8
2.1 OBJETIVO GENERAL	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
III. MATERIAL Y MÉTODOS.....	9
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	9
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN EMPLEADA	10
3.3 VARIABLES	10
3.3.1 Variable independiente	10
3.3.2 Variable dependiente.....	11
3.4 MATERIALES.....	12
3.4.1 Equipos	12
3.4.2 Software.....	12
3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	12
3.5.1 Población	12
3.5.2 Muestra.....	12
3.6 TÉCNICAS.....	13
3.6.1 Observación.....	13
3.6.2 Entrevistas.....	13
3.6.3 Análisis documental.....	13
3.7 METODOLOGÍA	14
3.7.1 Evaluación de la radiación solar.	14



3.7.2	Proyección de la Población	15
3.7.3	Alumbrado público	16
3.7.4	Demanda total	17
3.7.5	Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.	18
3.8	EVALUACIÓN ECONOMICA.	29
3.8.1	Retorno de la inversión.....	31
3.8.2	Flujo de Caja.....	31
3.8.3	Valor Actual Neto (VAN).	31
3.8.4	Tasa interna de retorno (TIR).	32
IV.	RESULTADOS.	33
4.1	DATOS DE LA RADIACIÓN SOLAR	33
4.2	PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN	34
4.3	ALUMBRADO PUBLICO	35
4.4	CALCULO DE LA DEMANDA	36
4.5	DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	36
4.5.1	Dimensionamiento de los paneles solares	36
4.5.2	Dimensionamiento de banco de baterías.	38
4.5.3	Dimensionamiento de Controlador o Regulador.	39
4.5.4	Dimensionamiento de Inversor.....	41
4.5.5	Dimensionamiento de Cables o conductores.....	42
4.5.6	Angulo de inclinación de los paneles.	45
4.5.7	Protección de sobre Corrientes	45
4.6	DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BAJA TENSIÓN.	46
4.6.1	Aspectos generales	46
4.6.2	Cálculo del sistema de baja Tensión:	46
4.6.3	Distancias mínimas de Seguridad.....	47
4.7	CALCULO DE LA HUELLA CARBONO . ;Error! Marcador no definido.	
4.8	COSTO DEL PROYECTO.	49
4.8.1	Presupuesto de suministro de los componentes del sistema fotovoltaico. 49	
4.8.2	Presupuesto de Montaje y Mantenimiento del sistema fotovoltaico	49
4.8.3	Presupuesto de los componentes de la red secundaria.	50
4.8.4	Presupuesto total.....	50
4.8.5	Gastos por mantenimiento	51
4.9	EVALUACIÓN ECONÓMICA	51
4.9.1	Flujo de caja del proyecto.....	52

4.9.2	Valor Actual Neto (VAN).....	52
4.9.3	Tasa interna de retorno (TIR).....	53
V.	DISCUSIÓN	54
VI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	55
6.1	CONCLUSIONES	55
6.2	RECOMENDACIONES	56
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	57

Three handwritten signatures in blue ink are located at the bottom right of the page. The first signature is a cursive name, the second is a stylized name, and the third is a circular mark with a signature inside.

RESUMEN

Nuestra tesis tiene como objetivo principal Diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el caserío Juan Velasco Alvarado, ubicado en el distrito de chirinos , provincia de San Ignacio, aprovechando la energía solar fotovoltaica de la zona donde mejoraremos la calidad de vida de la población, hemos podido estudiar la radiación solar utilizando el software de la NASA, seleccionando febrero como el mes más crítico con una radiación de 3,71 kWh/m², así mismo realizamos el cálculo de la demanda proyectada a 20 años para 17 viviendas y 03 puntos de iluminación, se ha seleccionado 24 paneles solares de 340w, 20 baterías de 260 Ah , 02 controladores de 80 Amp, 02 inversores de 04 kW, y cables hasta 70mm². Además, se ha realizado el diseño de la red secundaria para la distribución de la energía eléctrica a toda la localidad, Finalmente se elaboró un presupuesto total del proyecto fue de S/. 154 210,08 realizando la evaluación económica utilizando una caja de flujo y la tasa de descuento del 10% nos dio como resultado un VAN negativo S/. -84 850,076 y un TIR del 1%, concluyendo que el proyecto no es económicamente viable pero su implementación contribuirá al medio ambiente ya que se dejará de emitir 2,1500 tCO₂e de GEI por año.

Palabra Claves: Sistema Fotovoltaico, Radiación solar, contaminación ambiental.

ABSTRACT

The main objective of our thesis is to design a photovoltaic system to supply electrical energy in the Juan Velasco Alvarado farmhouse, located in the Chirinos district, province of San Ignacio, taking advantage of photovoltaic solar energy we will improve the quality of life of the population, we have been able to study solar radiation using NASA software, selecting February as the most critical month with a radiation of 3.71 kWh/m², likewise we calculate the projected demand for 20 years for 17 homes and 05 lighting points, 24 340w solar panels have been selected, 20 batteries of 260 Ah, 02 controllers of 80 Amp, 02 inverters of 04 kW, and cables of 70 mm². In addition, the design of the secondary network for the distribution of electrical energy to the entire town has been carried out. Finally, a total budget for the project was prepared, which was S/. 154 210,08 performing the economic evaluation using a cash flow and the discount rate of 10% gave us a negative VAN of S/. -84 850,076 and an TIR of 1%, concluding that the project is not economically viable but its implementation will contribute to the environment since it will stop emitting 2,1500 tCO₂e of GEI per year.

Keywords: Photovoltaic System, Solar radiation, environmental pollution.



I. INTRODUCCIÓN.

La energía solar fotovoltaica permite transformar la radiación que transmite el sol en energía eléctrica mediante las células fotovoltaicas. Esta energía es obtenida mediante la capacidad de la luz y el calor emitido por el sol. La radiación solar que alcanza la tierra se aprovecha por medio del calor que produce, como también a través de la absorción de la radiación, por ejemplo, en dispositivos ópticos o de otro tipo

La radiación solar es la energía radiante emitida en el espacio interplanetario del sol. Esta radiación se genera a partir de las reacciones termonucleares de fusión que se producen en el núcleo solar y que producen la radiación electromagnética en varias frecuencias o longitudes de onda, que se propaga entonces en el espacio a las velocidades típicas de estas ondas.

El efecto fotovoltaico, es la base del proceso por el cual una célula fotovoltaica (FV) convierte la luz solar en energía eléctrica, esta luz solar está compuesta por fotones, o partículas energéticas. Estos fotones son diferentes energías, correspondientes a las diferentes longitudes de onda del espectro solar.

Cuando un fotón es absorbido, la energía del fotón se transfiere a un electrón de un átomo de la célula. Con esta nueva energía, el electrón es capaz de escapar de su posición normal asociada con un átomo para formar parte de una corriente en un circuito eléctrico. Las partes más importantes de la célula solar son las capas de semiconductores, ya que es donde se crea la corriente de electrones. Estos semiconductores son especialmente tratados para formar dos capas diferentes dopadas (tipo p y tipo n) para formar un campo eléctrico, positivo en una parte y negativo en otra. Cuando la luz solar incide en la célula se liberan electrones que pueden ser atrapados por el campo eléctrico, formando una corriente eléctrica.

Esta energía que proviene del sol la cual debemos usar al máximo ya que es una energía sumamente limpia y no contamina al medio ambiente.

1.1 ANTECEDENTES

1.1.1 Antecedentes internacionales

Tesillo (2016) en su tesis de maestría presenta una propuesta para el aprovechamiento de la energía solar para el suministro de energía eléctrica del sector residencial del valle de México, por medio del empleo de sistemas fotovoltaicos interconectados a la red, que permitan reducir los costos asociados al consumo de electricidad.

Macancela (2012) en su tesis de grado titulada “Diagnóstico de la implementación de los sistemas fotovoltaicos correspondientes a la primera etapa del proyecto YANTSA II ETSARI” nos informa que la crisis energética mundial, ha propiciado el desarrollo de nuevas tecnologías para la generación eléctrica que no dependan de los combustibles fósiles, una de ellas es la generación fotovoltaica. La falta de cobertura de las redes eléctricas dentro del territorio ecuatoriano, ha impulsado la implementación de los sistemas fotovoltaicos aislados, principalmente para electrificar a comunidades que por razones geográficas no han podido ser atendidas con el servicio de energía eléctrica.

Así mismo Macancela (2012) concluye en su tesis que la implementación de los SFD en las comunidades beneficiadas de la primera etapa del proyecto “Yantsa ii Etsari”, ha brindado la oportunidad de tener acceso a un servicio básico como es la electrificación, siendo beneficiadas varias familias rurales aisladas.

Pérez (2009) en su tesis de grado titulada “Análisis de un sistema de iluminación, utilizando ampollitas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos” la utilización de sistemas alternativos de generación eléctrica, como lo son los sistemas fotovoltaicos, ha permitido disminuir la demanda de energía eléctrica de la red de distribución, o bien alimentar de energía a aquellos sectores en los que no existen servicios eléctricos. Actualmente es una alternativa relativamente cara para sectores de baja radiación solar, ya que es necesario contar con una gran superficie captadora para poder generar la energía requerida.

Finalmente, Pérez (2009) concluye que el uso de fuentes de energías alternativas, son medidas que permiten aliviar el uso de las energías convencionales, logrando con esto alcanzar una cierta independencia, consiguiendo, además, disminuir los

niveles de contaminación al dejar de utilizar en parte combustibles fósiles, disminuyendo también la necesidad de construir centrales hidroeléctricas para satisfacer la demanda energética.

1.1.2 Antecedentes Nacionales

Vásquez y Zúñiga (2015) en su “Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía Solar Fotovoltaica y Térmica en el Campamento Minero Comihuasa” propone satisfacer la demanda del campamento mediante el uso de energía solar, con la finalidad de lograr un ahorro económico con respecto al gasto mensual por KWH consumido, además de contribuir con los impactos causados al medio ambiente y diversificar la matriz energética de la minera. Esta nueva alternativa genera mayores oportunidades en el aspecto económico, ambiental y social, permite el ahorro en costos de generación eléctrica, mitiga el impacto causado al ambiente y mejora la imagen de la minera frente a la población, organizaciones externas y entidades financieras.

Chercca (2014) en su tesis de maestría titulada “Aprovechamiento del recurso eólico y solar en la generación de energía eléctrica y la reducción de emisiones de CO_2 en el poblado rural la gramita de Casma”, plantea que la generación de energía eléctrica aprovechando el recurso eólico y solar es una solución energética estratégica para zonas rurales que disponen del recurso eólico y solar en lugares en donde no se tiene el acceso al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) y en donde no existe redes de Transmisión y Distribución Eléctrica de dicho sistema, siendo la única alternativa la generación aislada, por ello la energía renovable es una buena opción y se plantea el uso de aerogeneradores de pequeña potencia para satisfacer la demanda de energía eléctrica doméstica y comunitarias en zonas rurales.

1.1.3 Antecedentes Locales

Aguirre (2019) propone en su tesis de grado titulada “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Conectado A La Red Eléctrica Pública Para La I.E N° 16531, Puerto Chinchipe – San Ignacio” que se puede brindar energía de calidad y a su vez poder disminuir el costo de facturación por consumo de energía convencional. De esta manera se puede aprovechar la energía de una fuente renovable, y poder generar

energía limpia a su vez se logra contribuir con el medio ambiente al evitar la generación eléctrica por intermedio de fuentes convencionales

Escobedo (2018) en su tesis de grado titulada “Implementación de un sistema fotovoltaico para un laboratorio de cómputo en el colegio nacional “Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén - Cajamarca” tuvo la finalidad de promover el uso de las energías no convencionales (energía solar) disminuir el impacto ambiental negativo producido por las energías convencionales.

1.2 REALIDAD PROBLEMÁTICA

En la actualidad el acceso a la electricidad en las zonas rurales es un problema que aún no se ha podido solucionar en su totalidad, sumado a eso la carencia de otros servicios básicos, limita el desarrollo económico, de salud y educación, genera un elevado nivel de pobreza, la migración de pobladores a ciudades buscando una mejor calidad de vida.

Por la carencia de energía eléctrica los pobladores de las zonas rurales buscan iluminarse por las noches, utilizando linternas a baterías, generadores eléctricos a gasolina, mecheros o lámparas a alcohol o querosene, entre otros, lo que contribuye a la contaminación ambiental.

Según el Ministerio de Energía y Minas (MINEM), a través de la Dirección General de Electrificación Rural (DGER), tiene la competencia en materia de electrificación rural de acuerdo a la Ley N° 28749, “Ley General de Electrificación Rural”, en la ampliación de la frontera eléctrica en el ámbito nacional, en coordinación con los Gobiernos Regionales y Locales, y entidades públicas y privadas dedicadas a estos fines, permitiendo el acceso del suministro de electricidad a los pueblos del interior del país, como un medio para contribuir a su desarrollo económico-social. Actualmente en el Perú, aproximadamente el diez por ciento de la población total carece de servicio eléctrico. En el contexto actual de globalización e integración regional, esta situación representa una clara desventaja respecto a los demás países del continente, cuyos índices de electrificación en la mayoría de los casos son bastante superiores. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, s.f.)

La dirección General de electrificación tiene como misión Ampliar la frontera eléctrica nacional mediante la formulación de planes y programas y la ejecución de proyectos de electrificación de Centros Poblados rurales, aislados y de frontera; de manera articulada entre los diferentes niveles de Gobierno (Nacional, Regional y Local) así como con entidades públicas y privadas, involucradas en el proceso de electrificación y ser el elemento dinamizador del desarrollo rural integral. Así como su visión que es para el año 2023, alcanzar un coeficiente de electrificación rural de 98% contribuyendo a reducir la pobreza; así como mejorando el nivel y la calidad de vida del poblador de hogares rurales, aislados y de zonas de frontera del país en proceso de inclusión. (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, s.f.)

Para el cumplimiento del coeficiente de electrificación rural del 98% unos de los objetivos planteados por la Dirección General de Electrificación Rural (DGER) es “Fomentar el aprovechamiento de fuentes de energía renovable en sistemas de generación distribuida embebidos en las redes de distribución eléctrica” (MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS, s.f.).

Para el 2021, según la revista Energiminas el proyecto de presupuesto institucional del Ministerio de Energía y Minas (Minem) para el próximo año contempla inversiones en electrificación rural, de cara a incrementar el coeficiente de conectividad energética, así como recursos para avanzar en el proceso de masificación de gas natural, anunció el ministro Jaime Gálvez Delgado. En su presentación ante el Pleno del Congreso de la República, en el que se discute el presupuesto del sector público para el 2021, Gálvez afirmó que la cartera a su cargo tiene cuatro objetivos centrales, todos enfocados en lograr que las actividades minero-energéticas contribuyan al desarrollo de la población y el crecimiento económico del país. Adelantó que el Minem tiene previsto invertir S/216 millones en electrificación rural para llevar energía eléctrica a 22.400 hogares ubicados en localidades alejadas. Esto permitiría alcanzar un coeficiente de electrificación rural acumulado del 86% en todo el país. (ENERGIMINAS, 2020)

La inversión en proyectos de energías renovables y la reducción de costos de los componentes contribuirá al objetivo de disminuir el impacto ambiental fomentar

el uso de energías renovables en sectores donde no es viable la electrificación rural convencional.

Esto no es ajeno para el caserío Juan Velasco Alvarado, ubicado en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca, la falta de electricidad ha mermado su desarrollo, los pobladores emigran de la localidad para poder buscar una mejor calidad de vida, ya que no cuentan con una buena educación, no hay centros de salud equipados, ni agua potable.

Por tal motivo siendo su principal prioridad obtener la energía eléctrica para mejorar la calidad de vida, se plantea generar energía eléctrica aprovechando el gran potencial de la energía solar fotovoltaica. Obteniendo energía eléctrica posibilitará que se pueda gestionar proyectos como iluminación, la construcción de un parque, colegios, un puesto de salud, una iglesia entre otros, esto brindarán una mejor calidad de vida y desarrollo socio económico para la población local.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica a los pobladores del caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos-Cajamarca?

1.4 HIPÓTESIS.

Con el diseño de un sistema fotovoltaico se podrá suministrar de energía eléctrica al caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos-Cajamarca.

1.5 JUSTIFICACIÓN.

La obtención de energía eléctrica a partir del uso energías renovables, tales como la energía solar fotovoltaica, eólica, hídricas, contribuye al desarrollo económico, social y ambiental. Nos proporcionará una perspectiva diferente para la mejora de la calidad de vida en la localidad.

1.5.1 Justificación Económica.

Llevar energía eléctrica convencional con redes de distribución a lugares alejados tiene un costo elevado y no tiene buena rentabilidad, lo que no garantiza que se pueda recuperar la inversión en corto plazo. Por tal motivo el uso de los recursos renovables es una solución viable económicamente ya que representa menores

costos de instalación y bajos costos de mantenimiento, sumándole a que se pueda recuperar la inversión en un corto plazo.

1.5.2 Justificación Social.

Aprovechando los recursos renovables para la generación de energía eléctrica, se podrán generar proyectos que ayuden al desarrollo de la comunidad, que garanticen mejorar la calidad de vida en los pobladores. Se tendrá acceso a iluminación vial, la instalación de equipos, puestos de salud, parques, iglesias, casas con refrigeración y calefacción, etc.

1.5.3 Justificación Ambiental.

En la actualidad una de las grandes metas de la sociedad es la reducción del efecto invernadero, generar menos contaminación y la búsqueda de energías limpias y sostenibles en el tiempo, con la puesta en marcha de este estudio se estaría contribuyendo a dicho objetivo, se producirá energías limpias que beneficiarían nuestro ambiente aprovechando el potencial del recurso natural.

1.5.4 Justificación Técnica.

Mediante el empleo de paneles solares podremos aprovechar la energía solar que llega a la tierra, de ahí la radiación solar, recogida de forma adecuada puede transformarse en otras formas de energía. Así podemos utilizar para generar electricidad.

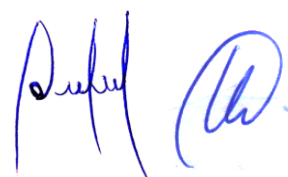
II. OBJETIVOS.

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos- Cajamarca, 2021.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Evaluar la radiación solar en el caserío Juan Velasco Alvarado.
- Establecer la demanda de la energía eléctrica promedio diario necesaria para electrificar el caserío Juan Velasco Alvarado.
- Dimensionar los equipos y componentes a utilizar en el sistema fotovoltaico
- Valorar factibilidad económica para la implementación sistema de generación eléctrica.
- Evaluar el impacto ambiental.



III. MATERIAL Y MÉTODOS.

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El caserío Juan Velasco Alvarado se encuentra ubicado en el distrito de Chirinos, provincia de San Ignacio, departamento de Cajamarca.

Clima:

El Distrito de Chirinos cuenta con un clima frío en la parte alta, con una temperatura promedio de 18°C y caluroso en la baja con una temperatura promedio de 28°C.

Acceso:

Para poder acceder al distrito de Chirinos, es necesario llegar a la ciudad de Jaén, tomar la carretera que va a la Provincia de San Ignacio, a 30 minutos encontraremos un desvío a la izquierda, luego de 30 minutos más llegamos al distrito de Chirinos.

Figura 1:

Ubicación Geográfica del Caserío Juan Velasco Alvarado.



Fuente: <https://3.bp.blogspot.com>

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN EMPLEADA

Los tipos de esta investigación que se ajustan a la investigación:

No experimental: ya que el investigador se limitará a observar los acontecimientos en su estado natural sin alterar las variables.

Analítica: ya que los datos se examinarán para probar una hipótesis o apoyar una idea determinada.

Descriptiva ya que se describirá las características de la realidad a estudiar con el fin de comprenderla de manera más exacta.

3.3 VARIABLES

3.3.1 Variable independiente

Sistema fotovoltaico

3.3.2 Variable dependiente

Energía Eléctrica

Tabla 1:
Operacionalización de variables.

Variables	Dimensiones	Indicadores
Variable Independiente Sistema Fotovoltaico	Dimensionamiento del panel solar.	Calidad de Radiación solar. (kW/m^2)
Variable Dependiente Energía Eléctrica	Los valores del suministro de energía.	Demanda total Energía promedio diaria proyectada. (W.h) Potencia instalada

Fuente: Elaboración Propia



3.4 MATERIALES

Para la elaboración de esta investigación se utilizaron los siguientes equipos y software.

3.4.1 Equipos

- 02 Lap tops.
- 02 Gps Garmin.
- 01 cámara Fotográfica.
- 01 cinta Métrica.

3.4.2 Software

- Microsoft Word.
- Microsoft Excel.
- Software de medición de radiación solar.
- Programa de diseño Auto Cad.
- Programa de diseño Red Cad.

3.5 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1 Población

Estará conformada por todos los individuos que participarán en el proyecto, se cuenta con 13 viviendas, asignando 04 personas por vivienda, siendo la evaluación del proyecto un total de 52 personas, se estima que el proyecto tendrá una vida útil de 20 años.

3.5.2 Muestra

Para nuestra investigación la muestra tanto como la población son iguales por lo que no se aplicara ninguna técnica muestral.

3.6 TÉCNICAS

3.6.1 Observación

La observación es la forma más sistematizada y lógica para el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer; es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica; a diferencia de lo que ocurre en el mundo empírico, en el cual el hombre en común utiliza el dato o la información observada de manera práctica para resolver problemas o satisfacer sus necesidades. (Campos y Covarrubias & Lule Martínez, 2012)

3.6.2 Entrevistas

“Las entrevistas permiten a los entrevistadores y a los entrevistados discutir las interpretaciones del mundo en el que viven y expresar cómo viven las situaciones desde sus respectivos puntos de vista” (POMPOSO YANES, 2015)

Para Anguisaca y Zamora (2014) la entrevista es “Generalmente se conoce a la entrevista como una técnica destinada a la obtención de información específica” (pág. 21)

3.6.3 Análisis documental

Para Dulzaides y Molina (2004) el análisis documental “es una forma de investigación técnica, un conjunto de operaciones intelectuales, que buscan describir y representar los documentos de forma unificada sistemática para facilitar su recuperación”. (pág. 1)

Este instrumento de medición se utilizó para registrar la información de diferentes bibliografías sobre sistemas de generación eléctrica fotovoltaica.

3.7 METODOLOGÍA

3.7.1 Evaluación de la radiación solar.

Los datos de la radiación solar necesarios para el proyecto de investigación han sido recolectados de la data que nos ofrece la NASA (National Aeronautics and Space Administration) en su programa The Power Project.

Para el uso de este programa de la NASA es necesario tener la ubicación del caserío en coordenadas geográficas.

Longitud: -78.8102

Latitud: -5.372

Figura 2:

Programa The Power Project - NASA



Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/>

3.7.2 Proyección de la Población

Para el diseño del sistema fotovoltaico se ha estimado que el proyecto tendrá una vida útil de 20 años, por lo que se realiza una proyección del crecimiento de la población a ese periodo de tiempo, así lograremos que el sistema pueda abastecer de energía eléctrica suficiente durante los siguientes 20 años.

Teniendo en cuenta la información obtenida por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) el promedio de personas por hogar es de 4.2 personas, para nuestro proyecto de investigación tomaremos como dato a 4 personas por hogar.

Figura 3:

Promedio de personas por Hogar

País ▲	Departamento ▲	Provincia ▲	Distrito ▲	Tema ▲	Sub Tema ▲	Descripción ▲	Clase ▲	Total	Área Urbana	Área Rural
							Medidas	Valor ▼	Valor ▼	Valor ▼
Perú	Cajamarca	San Ignacio	Chirinos	Demográfico	General	Tasa de Crecimiento de la población (1993-2007)		0.28	-	-
				Hogar	General	Promedio de personas por hogar		4.2	3.81	4.3

Fuente: Sistema de difusión de los censos nacionales, Data warehouse Technology del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

Así podremos utilizar la ecuación 01 para determinar la proyección de la población.

$$P_n = P_0(1 + i)^n \dots \text{(Ecuación 01)}$$

Donde:

P_0 : Población actual

P_n : Población proyectada al año n

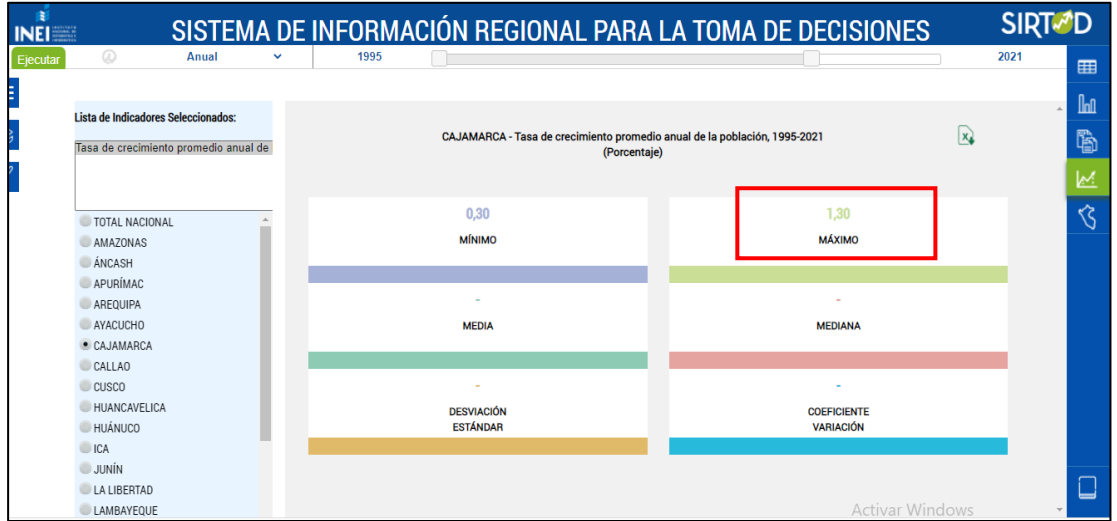
i: Taza de crecimiento poblacional

Según el Sistema de información regional para la toma de decisiones de INEI se debe tener en cuenta que al año 2021 “el valor promedio de las tazas de

crecimiento para el departamento de Cajamarca es de 1,30%”, con este valor podremos aplicar en la ecuación 01.

Figura 4:

Tasa de crecimiento en el departamento de Cajamarca



Fuente: (INEI - SIRTOD, 2021)

Para nuestro cálculo de proyección de viviendas será necesario usar la ecuación 02, en la cual dividiremos la cantidad población proyectada entre el promedio de personas por hogar.

$$Viviendas_{20} = \frac{Población_{20}}{Promedio de Personas por hogar} \dots \text{(Ecuación 02)}$$

Donde:

$Vivienda_{20}$: Viviendas proyecta a 20 años

$Población_{20}$: Población proyectada a 20 años

Promedio de personas por hogar: 4

3.7.3 Alumbrado público

Será necesario determinar los puntos de iluminación (PI), por lo que debemos utilizar la norma DGE de Alumbrado de vías públicas en áreas rurales (RD017-2003-EM, 2003).

- a) Cálculo del consumo mensual alumbrado público (CMAP) la que se detalla en la ecuación 03.

$$CMAP = KALP * UN \dots \text{(Ecuación 03)}$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kW-h

KALP: Factor de AP en kW-h / usuario – mes. Dicho factor es el correspondiente al sector típico 4: KALP=6,3

UN: Número de usuarios de la localidad

- b) Cálculo de puntos de iluminación (PI) con la ecuación 04

$$PI = \frac{CMAP * 1000}{NHMAP * PPL} \dots \text{(Ecuación 04)}$$

Donde:

PI: Punto de iluminación.

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kW-h

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio alumbrado público (horas/mes).

PPL: Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en watts (60 W).

Se debe considerar que el Alumbrado público (NHMAP) estará encendido 12 horas diarias por lo que el NHMAP será de 360 horas por mes.

3.7.4 Demanda total

Se realizó visitas al Caserío Juan Velasco Alvarado donde se determinó que actualmente se cuenta con 13 viviendas.

Los diferentes fabricantes de paneles solares ofrecen una vida útil que oscila entre 20 a 25 años por lo que se ha realizado la proyección de la población a 20 años, sumando el cálculo de alumbrado público podremos obtener la demanda total.

Figura 5:

Años de vida Útil de Panel solar

ESPMC
Polycrystalline Solar Module

KEY FEATURES

- 5 Busbar Solar Cell:** 5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.
- High Power Output:** Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.
- Low-light Performance:** Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.
- Reliabile Warranty:** 10 years' product warranty. Power warranty of 90% up to 10 years and 80% up to 25 years.

+ WATTS POSITIVE TOLERANCE **12 YEARS PRODUCT WARRANTY** **10 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 90%** **25 YEARS PERFORMANCE GUARANTEE 80%**

Fuente: Panel solar Marca ERA Solar.

3.7.5 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico.

Para MACANCELA (2012) “Los sistemas fotovoltaicos, transforman la energía del sol directamente en energía eléctrica, la misma que puede ser aprovechada por usuarios aislados o conectados a la red”. (pág. 45)

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico hemos tomado como referencia el lineamiento del libro de **INSTALACIONES SOLARES FOTOVOLTAICAS** de AGUSTIN CASTEJON Y GERMAN SANTAMARIA.

Panel Solar:

Para Valdiviezo (2014) “Un panel fotovoltaico es la conexión de varias células en paralelo y/o en serie, se conectan en serie para aumentar la corriente y en paralelo para incrementar el voltaje”.

Para el dimensionamiento de paneles utilizaremos la ecuación 05:

$$NT_p = \frac{E_{tr}}{P_{mf} \times HSP \times PR} \dots \text{(Ecuación 05)}$$

Donde:

N_{mf} : Número de módulos fotovoltaicos.

E_{tr} : Energía total requerida del sistema

P_{mf} : Potencia del módulo fotovoltaicos (W/kW/m²)

HSP: Hora solar Pico

PR: Factor global de funcionamiento.

Considera un factor global de funcionamiento (PR) de 0,8, debido a que el panel funciona al 90% durante los primeros 15 años, y pasado ese tiempo el panel tiene un funcionamiento al 80%.

Según CASTEJON & SANTAMARIA (2010) nos dice que “La tensión nominal del circuito de utilización viene fijada por los receptores que se quiere alimentar. En aquellos casos en los que se tenga que elegir una tensión nominal para que el sistema de acumulación, con el fin de conseguir valores de intensidad razonable, se fija en función de la potencia”.

Figura 6:
Tensión del sistema

Potencia	Tensión nominal
$P \leq 800 \text{ W}$	12 V
$800 < P \leq 1.600 \text{ W}$	24 V
$1.600 < P \leq 3.200 \text{ W}$	48 V
$P > 3.200 \text{ W}$	120 o 300 V

Fuente: (CASTEJON & SANTAMARIA, 2010)

El sistema de trabajo para el dimensionamiento será de 48v por lo que tendremos que hacer un arreglo en serie y paralelo para lo que utilizaremos las ecuaciones 06 y 07.

Número de módulos fotovoltaicos en Serie

$$N_{mfs} = \frac{V_{trabajo}}{V_{mf}} \dots \text{(Ecuación 06)}$$

Donde:

N_{mfs} : Número de módulos fotovoltaicos en serie.

$V_{trabajo}$: Voltaje del sistema de trabajo.

V_{mf} : Voltaje de los módulos fotovoltaicos.

Número de módulos fotovoltaicos en paralelo

$$N_{mfp} = \frac{N_{mf}}{N_{mfs}} \dots \text{(Ecuación 07)}$$

Donde:

N_{mfp} : Número de módulos fotovoltaicos en paralelo.

N_{mf} : Número de módulos fotovoltaicos.

N_{mfs} : Número de módulos fotovoltaicos en serie.

Figura 7:
Paneles solares



Fuente: <https://mx.habcdn.com/photos/project/big/instalacion-paneles-solares-252750.jpg>

Acumuladores o Baterías:

Para Macancela (2012) “Las baterías son elementos que permiten el almacenamiento de energía eléctrica, constituyendo de esta forma una fuente de energía eléctrica portable, generalmente están formadas por varios vasos o celdas de almacenamiento, de cada vaso se extrae un voltaje nominal de 2Vcc, por lo cual se forman arreglos que suministren 6, 12, 24, 36 o 48 Vcc”. (pág. 59)

Utilizaremos la siguiente ecuación 08 para el cálculo de baterías o acumuladores:

$$C_t = (N_D \times E_{tr}) / (P_{Dmax} \times V_t) \dots \text{(Ecuación 08)}$$

Donde:

C_t : Capacidad mínima del banco de baterías (Ah).

E_{tr} : Energía de Trabajo del sistema.

N_D : Número de días de autonomía = 02 días

P_{Dmax} : Profundidad de descarga = 0.75

V_t : Tensión nominal de las baterías = 48v.

Profundidad de descarga: Es el máximo nivel de descarga que se le permite a la batería antes de la desconexión por medio del regulador, el valor seleccionado para nuestro caso será del 75%, por razones establecidas previamente.

Días de autonomía: Será los días consecutivo con ausencia de sol, el sistema de acumulación estará diseñado para dotar de energía a la carga sin sobrepasar la profundidad de descarga. Por lo cual hemos seleccionado 2 días.

Sabiendo que la tensión de trabajo es de 48v tendremos que realizar un arreglo en las baterías en serie y paralelo para lo cual utilizaremos las ecuaciones 09 y 10:

Baterías en serie:

$$N_{BS} = \frac{V_{trabajo}}{V_{tB}} \dots \text{(Ecuación 09)}$$

Donde:

N_{BS} : Número de baterías en serie.

$V_{trabajo}$: Voltaje del sistema de trabajo.

V_{tB} : Voltaje de las baterías.

Baterías en paralelo:

$$N_{BP} = \frac{C_t}{C_{Bseleccionada}} \dots \text{(Ecuación 10)}$$

Donde:

N_{BP} : Número de batería en paralelo.

C_t : Capacidad mínima del banco de baterías (Ah).

$C_{Bseleccionada}$: Capacidad de batería seleccionada.

Tendremos que considerar la profundidad de descarga de la batería es de 0.75. Los días de autonomía del sistema para días nublados o sin radiación es de 02 días, que garantizarán el correcto funcionamiento.

Teniendo el cálculo de las baterías en serie y paralelo podremos calcular el número total de las baterías, con la siguiente ecuación 11:

$$N_{TB} = N_{BS} \times N_{BP} \dots \text{(Ecuación 11)}$$

Donde:

N_{TB} : Número de total de Baterías

N_{BS} : Número de Baterías en serie.

N_{BP} : Número de Baterías en paralelo

Figura 8:
baterías Solares



Fuente: <http://enerverperu.com/baterias>

Controlador o regulador

“Es el elemento que controla el proceso de cargas y descargas que las baterías requieren”. (CAMACHO MOLINA, 2012)

Así mismo Camacho (2012) que se debe tener en cuenta la máxima corriente que va circular por el sistema a diseñar, esto es:

- La suma de las corrientes de cortocircuito de los módulos en paralelo.
- La corriente que consume la carga en la peor condición.

El cálculo del controlador o regulador estará dado por la ecuación 12.

$$I_{reg} = F_S * I_{cmf} * N_R \dots \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

I_{reg} : Corriente mínima del regulador(A).

I_{cmf} : Corriente de corto-circuito del módulo fotovoltaico (A) = 9,45A

N_{mfp} : Número de módulos fotovoltaicos en paralelo = 15

F_S : Factor de seguridad. = 1,25

Teniendo en cuenta los posibles picos de irradiación o los cambios de temperatura, es recomendable calcular el regulador con un 15% a 25% superior a la corriente de cortocircuito que le puede llegar del sistema de generación fotovoltaico, Así podremos controlar sobrecargas que se pueden generar en el sistema que puedan dañar la vida útil de los componentes.

Habiendo calculado la corriente mínima del controlador procederemos a calcular el número de controladores necesarios para el módulo fotovoltaico con la ecuación 13:

$$N_{reg} = \frac{I_{reg}}{I_{CS}} \dots \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

N_{reg} : Número de regulador.

I_{reg} : Corriente mínima del regulador(A).

I_{CS} : Corriente del controlador seleccionado

Se realizará el cálculo de las ramas de los módulos fotovoltaicos que se conectarán a cada controlador con la ecuación 14.

$$N_{ramas\ por\ regulador} = \frac{N_{mfp}}{N_{reg}} \dots \text{Ecuación 14}$$

Donde:

N_{mfp} : Número de módulos fotovoltaicos en paralelo.

N_{reg} : Número de regulador.

Figura 9:
Controlador o regulador solar



Fuente: <https://www.damiasolar.com/data/files/imatges/regulador-de-carga-energia-solar.png>

Inversor

Según Toro (2018) los inversores “son dispositivos electrónicos que convierten la corriente continua que entregan los paneles fotovoltaicos, en corriente alterna. El inversor está diseñado para suministrar energía a los consumos eléctricos y para inyectar energía en la red pública”. (pág. 6)

El cálculo del inversor primero encontraremos la potencia de la carga que estará dada por la ecuación 15:

$$P_{carga} = \frac{E_{tr}}{HSP} \dots \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

P_{carga} : Potencia de la carga.

E_{tr} : Energía total requerida del sistema

HSP : Hora solar Pico

Luego encontraremos la potencia de entrada del inversor con la ecuación 16:

$$P_{Ei} = \frac{P_{carga}}{R_{Inversor}} \dots \text{(Ecuación 16)}$$

Donde:

P_{Ei} : Potencia de entrada del inversor.

P_{Carga} : Potencia de la carga del sistema.

$R_{Inversor}$: Rendimiento del inversor del sistema.

Finalmente tendremos que calcular el número de inversores necesarios para el sistema fotovoltaico, utilizaremos la ecuación 17:

$$N_{inversores} = \frac{P_{Ei}}{P_{IS}} \dots \text{(Ecuación 17)}$$

Donde:

$N_{inversores}$: Número de inversores

P_{EI} : Potencia de entrada del inversor

P_{IS} : Potencia del inversor seleccionado

Figura 10:

Inversor Solar



Fuente: <https://autosolar.pe/images/inversores-aislada/inversor-cargador-3000w-24v-mppt-80a-must-solar-vhm.jpg>

Cables o Conductores:

Según Ventura y Delgado (2020) basados en el CNE establecen que las caídas máximas referenciales para cada tramo las cuales se muestran a continuación en la siguiente tabla (pág. 21).

Tabla 2:
Caídas de tensión permitidas para cada tramo del sistema

Tramo	Descripción	Caída Máxima	Tensión Del Sistema	Caída De Tensión Permitida
Tramo 1	Panel – Regulador	3%	48 v	1,44 v
Tramo 2	Regulador – Baterías	1%	48 v	0.48 v
Tramo 3	Regulador – Inversor	1%	48 v	0.48 v
Tramo 4	Inversor – Tablero	0.5%	220 v	3,3 v

Fuente: (Ventura Vargas & Delgado Cotrina, 2020)

Para poder dimensionar los cables en el sistema fotovoltaico utilizaremos las **ecuaciones 18**.

$$I_{nom} = \frac{1,25 * M_d}{V_{trabajo} * R_{Equipo}} \dots \text{(Ecuación 18)}$$

Donde:

I_{nom} : Corriente Nominal (A).

M_d : máxima demanda (V).

$V_{trabajo}$: Voltaje del sistema de trabajo (V).

R_{Equipo} : Rendimiento del equipo (%)

Luego se realizaremos la selección de calibre del conductor para cada tramo utilizando la **Ecuación 19**:

$$S_{Cable} = \frac{2 * L * I}{56 * \Delta V} \dots \text{(Ecuación 19)}$$

Donde:

S_{CABLE} = Sección mínima recomendada [mm^2].

L = Longitud tramo [m].

I = Corriente para cada tramo de la instalación [A].

ΔV = Caída máxima permitida para cada tramo [V].

Y finalmente utilizaremos la tabla 3 de datos técnicos de los conductores establecidas por los fabricantes (INDECO), para realizar la selección del conductor que será necesario para cada tramo

Tabla 3:

Datos Técnicos Conductor NYY

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY UNIPOLAR

SECCION N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
1 x 6	7	1	1.4	7.9	112	72	54	58
1 x 10	1	1	1.4	8.5	150	95	74	77
1 x 16	7	1	1.4	9.7	222	127	100	102
1 x 25	7	1.2	1.4	11.3	330	163	131	132
1 x 35	7	1.2	1.4	12.3	431	195	161	157
1 x 50	19	1.4	1.4	13.9	568	230	196	186
1 x 70	19	1.4	1.4	15.6	778	282	250	222
1 x 95	19	1.6	1.5	18.1	1068	336	306	265
1 x 120	37	1.6	1.6	19.8	1323	382	356	301
1 x 150	37	1.8	1.6	21.6	1610	428	408	338
1 x 185	37	2	1.7	23.9	2007	483	470	367
1 x 240	37	2.2	1.8	26.9	2606	561	565	426
1 x 300	37	2.4	1.9	29.7	3243	636	646	480
1 x 400	61	2.6	2	33.1	4110	730	790	555
1 x 500	61	2.8	2.1	36.7	5118	823	895	567

Fuente: Catalogo de conductores de la marca INDECO

Angulo de inclinación

Según CASTEJON Y SANTAMARIA (2010) en su libro instalaciones fotovoltaicas nos dice que para determinar “la inclinación optima de una superficie fija se usa una formula basada en análisis estadísticos de radiación solar anual sobre superficies con diferentes inclinaciones situadas en lugares de diferentes latitudes”

Encontraremos el ángulo de inclinación óptimo con la ecuación 20:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69x|\varphi|)... \text{ (Ecuación 20)}$$

Donde:

β_{opt} : Angulo de inclinación óptimo.

$|\varphi|$: Latitud del lugar sin Signo.

Protección de sobre corrientes

Se deben tener en cuenta, que los dispositivos de protección contra sobre corriente en un circuito de un sistema solar fotovoltaico no debe ser menor al 125 % de la corriente calculada.

“El uso de fusibles proporciona seguridad y flexibilidad de trabajo al sistema” (DIAZ NARVAEZ & DIEZ CARDONA, 2007, pág. 58)

Según Escobedo (2018) nos dice “que para que el fusible seleccionado sea efectivo, se debe cumplir que”:

$$I_b \leq I_n \geq I_{adm}... \text{ (Ecuación 21)}$$

Donde:

I_b : la intensidad de corriente que recorre la línea.

I_n : la intensidad nominal del fusible asignado a la línea.

I_{amd} : máxima intensidad admisible del cable conductor de la línea

3.7.6 Evaluación del impacto ambiental

En la actualidad gran porcentaje de las fuentes de energía eléctrica provienen de recursos no renovables, lo que está ocasionando que poco a poco se agoten y que se vea afectado a nuestras futuras generaciones. Sumado a esto causa un gran impacto en el ambiente, generando gran contaminación.

Para Collado (2009) Las energías renovables son las más “respetuosas con el medio ambiente que las no renovables, ya que no producen emisiones contaminantes ni residuos tóxicos o radioactivos. Entre ellas, la solar fotovoltaica ha sido identificada en diversos estudios como la que genera electricidad con los menores impactos ambientales”. (pág. 52).

Para realizar el cálculo de las emisiones por consumo de energía eléctrica utilizaremos el Manual de metodologías de cálculo de emisiones GEI de la Guía técnica de la Huella de carbono Perú del Ministerio del Ambiente.

Cálculo de emisiones por consumo de energía eléctrica.

Para la estimación de las emisiones GEI de consumo de energía eléctrica se realiza siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1:

Consumo de electricidad: registra el consumo de energía eléctrica por cada área o locación registrada de la entidad (debe contar con suministro diferenciado). Este consumo debe ser respaldado por los recibos, mensuales, emitidos por la empresa distribuidora.

Paso 2: Cálculo de emisiones GEI: consiste en estimar las emisiones de cada GEI, generadas por el consumo de energía eléctrica. Esta electricidad es generada en el SEIN.

$$\text{Emisiones GEI por consumo de electricidad} = \text{consumo de electricidad} \times EF_{GEI} \dots \text{ (Ecuación 22)}$$

Donde:

Consumo de electricidad: representa el consumo de electricidad del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Esta electricidad es generada por un tercero y se expresa en KWh/año o MWh/año.

EF_{GEI} : Factor de emisión por consumo de energía eléctrica del SEIN.

El SEIN ha determinado un factor de emisión por consumo de electricidad en una red de $0.2611 \frac{tCO_2e}{MWh}$

3.8 EVALUACIÓN ECONOMICA.

3.8.1 Retorno de la inversión.

Según Garrido y Morales (2019) se puede calcular el retorno de la inversión del proyecto con la siguiente ecuación.

$$R_{inv} = \frac{P_T}{(P_{A,E} * P_E) - C_{M-A}} \dots \text{(Ecuación 22)}$$

Donde:

R_{inv} : Retorno de la inversión.

P_T : Presupuesto Total (S/).

$P_{A,E}$: Producción Anual de Energía

P_E : Precio de la energía.

C_{M-A} : Costo de mantenimiento anual.

3.8.2 Flujo de Caja.

El flujo de caja se alude a los datos de los recursos que produce un proyecto, tanto los flujos de entrada como de salida, en un periodo de tiempo específico.

Según Reyes (2019) “Para completar el flujo de caja se utilizarán los ingresos, egresos y la tasa de interés, que este caso será del 12%”.

3.8.3 Valor Actual Neto (VAN).

Para Torres y Paredes (2017) “El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable” (pág. 23).

Según Gaibor (2012) “El VAN representa la rentabilidad en términos absolutos de un proyecto de inversión, según este criterio la decisión de inversión se apoya en el siguiente razonamiento”

- Si el VAN > 0, la inversión debe llevarse a cabo ya que es rentable para la empresa

- Si el $VAN < 0$, la inversión no debe llevarse a cabo, porque no es rentable para la empresa.
- Si el $VAN = 0$, es igual que la inversión se realice o no ya que no modifica el patrimonio de la empresa.

3.8.4 Tasa interna de retorno (TIR).

Gaibor (2012) nos dice que el TIR “es aquella tasa en la cual el VAN es igual a cero”.

Es la rentabilidad obtenida sobre el capital mientras esté invertido, según este criterio la decisión de inversión se apoya en el siguiente razonamiento:

- Si la $TIR > d$, la inversión puede realizarse porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es mayor que la que nos ofrece el mercado.
- Si la $TIR < d$, no interesa llevar a cabo la inversión porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es menor que la que nos ofrece el mercado.
- Si la $TIR = d$, la situación es de indiferencia.



IV. RESULTADOS.

4.1 DATOS DE LA RADIACIÓN SOLAR

De la data que nos ofrece la NASA (National Aeronautics and Space Administration) en su programa The Power Project se presentan los datos de la radiación promedio mensual del caserío Juan Velasco Alvarado en un año, los datos recolectados se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4:

Radiación solar del Caserío Juan Velasco Alvarado

Meses	Promedio de la Radiación kWh/m ²
Enero	4,10
Febrero	3,71
Marzo	4,19
Abril	4,19
Mayo	4,26
Junio	4,18
Julio	4,30
Agosto	4,61
Septiembre	4,91
Octubre	4,89
Noviembre	5,11
Diciembre	4,56
Promedio Anual	4,42

Fuente: National Aeronautics and Space Administration (NASA)

Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico utilizaremos el mes más crítico que es febrero teniendo 3,71 kWh/m².

4.2 PROYECCIÓN DE LA POBLACIÓN

Teniendo en cuenta que la vida útil del panel solar es en promedio 20 años, tendremos que realizar la proyección de la población a 20 años, utilizando la ecuación 1

$$P_n = P_0 * (1 + i)^n \dots \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

P_0 : Población actual = 52 personas

P_n : Población proyectada al año n = 20 años

i: Taza de crecimiento poblacional = 1.30%

Reemplazando en ecuación 1

$$P_{25} = 52 * (1 + 0.013)^{20}$$

$$P_{20} = 67,33 \approx 68$$

Teniendo los resultados de la proyección de la población podremos realizar la proyección de la las viviendas con la ecuación 2.

$$Viviendas_{20} = \frac{Población_{20}}{Promedio de Personas por hogar} \dots \text{(Ecuación 02)}$$

Donde:

$Vivienda_{20}$ = Viviendas proyecta a 20 años

$Población_{20}$ = 68 personas

Promedio de personas por hogar= 4

$$Viviendas_{20} = \frac{68}{4}$$



$$Viviendas_{20} = 17$$

4.3 ALUMBRADO PUBLICO

- a) Cálculo del consumo mensual alumbrado público (CMAP).

$$CMAP = KALP * UN \dots \text{(Ecuación 3)}$$

Donde:

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kW-h

KALP: Factor de AP en kW-h / usuario – mes. Dicho factor es el correspondiente al sector típico 4: KALP=6,3

UN: Número de usuarios de la localidad = 13 viviendas

$$CMAP = 6,3 * 13$$

$$CMAP = 81,9 \text{ kW/h}$$

- b) Cálculo de puntos de iluminación (PI) con la ecuación 4

$$PI = \frac{CMAP * 1000}{NHMAP * PPL} \dots \text{(Ecuación 4)}$$

Donde:

PI: Punto de iluminación.

CMAP: Consumo mensual de alumbrado público en kW-h

NHMAP: Número de horas mensuales del servicio alumbrado público (horas/mes).

PPL: Potencia nominal promedio de la lámpara de alumbrado público en watts (60 W)

$$PI = \frac{81,9 * 1000}{360 * 60}$$

$$PI = 3,79 \approx 03$$



4.4 CALCULO DE LA DEMANDA

Habiendo obtenido los datos de la proyección de la población a 20 años más los datos de alumbrado público, obtendremos la demanda total el diseño del sistema.

Según la norma DGE “BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL” (R.D. N° 031-2003-EM/DGE, 2003), se debe considerar para cargas de servicio particular un factor de simultaneidad de 0,5 y para cargas de alumbrado público de 01.

En las zonas rurales la mayoría de pobladores se dedican a la agricultura teniendo por lo general un horario laboral entre 10 a 12 horas por día, pasan la mayoría del día en sus chacras, por tal motivo se ha considerado un uso promedio de 06 horas de uso en las cargas domiciliarias y 12 horas en el uso diario del alumbrado.

Tabla 5:
Demanda Total del sistema

DEMANDA TOTAL						
Descripción	Cantidad	Potencia(w)	Uso Diario(h)	Factor de simultaneidad	Consumo promedio(wh)	Potencia Total(w)
Viviendas	17	400	6	0,5	20 400	3 400
Iluminación	03	60	12	1	2 160	180
TOTAL					22 560	3 580

Fuente: Elaboración propia

4.5 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

4.5.1 Dimensionamiento de los paneles solares

Para el dimensionamiento de los paneles utilizaremos en la ecuación 5:

$$N_{mf} = \frac{E_{tr}}{P_{mf} \times HSP \times PR} \dots \text{(Ecuación 5)}$$

$$N_{mf} = \frac{22\,560W}{340 \frac{w}{kWh/m^2} \times 3,71 \left(\frac{kWh}{m^2}\right) \times 0,8} = 22,36 \approx 24$$

Por lo tanto, utilizaremos 24 paneles de 340 w.

La tensión del sistema para el dimensionamiento será de 48 v por lo que tendremos que hacer un arreglo en serie y paralelo.

Número de módulos en Serie

$$N_{mfs} = \frac{V_{trabajo}}{V_{mf}} \dots \text{(Ecuación 06)}$$

$$N_{Ps} = 48/24$$

$$N_{Ps} = 02$$

Número de módulos en paralelo.

$$N_{mfP} = \frac{N_{mf}}{N_{mfs}} \dots \text{(Ecuación 07)}$$

$$N_{mfP} = 24/02$$

$$N_{mfP} = 12$$

La potencia requerida por el sistema es de 3 580 w, Se ha seleccionado 24 paneles de 340w de potencia, la marca del panel seleccionado será “ERA solar” obteniendo una potencia de 8 160w cumpliendo con abastecer la potencia del sistema.

Figura 11:
Características Eléctricas de los Paneles Seleccionados

POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES	
ELECTRICAL PERFORMANCE	
Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(Imp)	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/M²,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/°C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001
MECHANICAL CHARACTERISTICS	

Fuente: Catalogo de Panel Solar ERA solar de 340 w

4.5.2 Dimensionamiento de banco de baterías.

Para el dimensionamiento de las baterías utilizaremos en la ecuación 08, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Profundidad de descargar: 75%
- Días de autonomía: 02 días

$$C_t = (N_D \times E_{tr}) / (P_{Dmax} \times V_t) \dots \text{(Ecuación 08)}$$

$$C_t = (2 \times 22\,560) / (0,75 \times 48)$$

$$C_t = 1\,253,34$$

Habiendo obtenido Capacidad mínima del banco de baterías es necesario calcular el número de baterías para lo que es necesario realizar un arreglo en las baterías, calculando las baterías en serie y paralelo.

Número de Baterías en serie:

$$N_{BS} = \frac{V_{trabajo}}{V_{tB}} \dots \text{(Ecuación 09)}$$

$$N_{BS} = \frac{48}{12}$$

$$N_{BS} = 04$$

Número de Baterías en paralelo:

$$N_{BP} = \frac{C_t}{C_{BSeleccionada}} \dots \text{(Ecuación 10)}$$

$$N_{ramasBP} = \frac{1\ 253,34}{260\ Ah}$$

$$N_{ramasBP} = 4,82 \approx 5$$

El número total de las baterías a utilizar lo hallaremos.

$$N_{TB} = N_{BS} \times N_{BP} \dots \text{(Ecuación 11)}$$

$$N_{TB} = 4 \times 5 = 20$$

Por lo tanto, se utilizarán 20 baterías de 260 Ah de la marca RITAR.

4.5.3 Dimensionamiento de Controlador o Regulador.

El cálculo del controlador o regulador estará dado por la ecuación

$$I_{reg} = F_S * I_{cmf} * N_R \dots \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

I_{reg} : Corriente mínima del regulador(A).

I_{cmf} : Corriente de corto-circuito del módulo fotovoltaico (A) = 9,45A

N_{mfp} : Número de módulos fotovoltaicos en paralelo = 12

F_s : Factor de seguridad. = 1,25

$$I_{reg} = 1,25 * 9,45 * 12$$

$$I_{reg} = 141,75 \text{ Amp.}$$

Habiendo calculado la corriente mínima del regulador procederemos a dimensionar el número de controladores necesarios para el módulo fotovoltaico.

$$N_{reg} = \frac{I_{reg}}{I_{CS}} \dots \text{(Ecuación 13)}$$

$$N_{reg} = \frac{141,75}{80} = 1,78 \approx 2$$

Se ha seleccionado 02 controladores de 80 A de la marca Must Solar.

Se realizará el cálculo de las ramas de los módulos fotovoltaicos que se conectarán a cada controlador con la ecuación 14.

$$N_{ramas \text{ por regulador}} = \frac{N_{mfp}}{N_{reg}} \dots \text{Ecuación 14}$$

$$N_{ramas \text{ por regulador}} = \frac{12}{2} = 6$$

Figura 12:

Controlador Marca Must Solar de 80A



Fuente: Catalogo del controlador Must Solar

4.5.4 Dimensionamiento de Inversor.

El cálculo del inversor primero encontraremos la potencia de la carga que estará dada por la ecuación 15:

$$P_{carga} = \frac{E_{tr}}{HSP} \dots \text{(Ecuación 15)}$$

Donde:

P_{carga} : Potencia de la carga.

E_{tr} : Energía total requerida del sistema.

HSP : Hora solar Pico.

$$P_{carga} = \frac{22\,560\,kW}{3,71} = 6,08\,kW$$

Luego encontraremos la potencia de entrada del inversor con la ecuación 16:

$$P_{Ei} = \frac{P_{carga}}{R_{Inversor}} \dots \text{(Ecuación 16)}$$

Donde:

P_{Ei} : Potencia de entrada del inversor.

P_{carga} : Potencia de la carga del sistema.

$R_{Inversor}$: Rendimiento del inversor del sistema.

$$P_{Ei} = \frac{6,08\,kW}{0,93} = 6,54\,kW$$

Tendremos que calcular el número de inversores necesarios para el sistema fotovoltaico, utilizaremos la ecuación 17:

$$N_{inversores} = \frac{P_{Ei}}{P_{IS}} \dots \text{(Ecuación 17)}$$

$$N_{inversores} = \frac{6,54\,kW}{04\,kW} = 1,63 \approx 2$$

Se ha seleccionado 02 inversores de 04 kW de la marca Must Solar.

Figura 13:

Inversor Must Solar de 04 kW



Fuente: Catálogo Must Solar

4.5.5 Dimensionamiento de Cables o conductores.

Para poder dimensionar los cables del sistema fotovoltaico utilizaremos las ecuaciones 18 y 19, y será necesario realizar los cálculos por tramos.

- Tramo 1: Panel – Regulador

$$I_{nom} = \frac{1,25 * M_d}{V_{trabajo} * R_{Equipo}} \dots \text{(Ecuación 18)}$$

$$I_{nom} = \frac{1,25 * (340 * 24)}{48 * 0,95}$$

$$I_{nom} = \frac{10\ 200}{45,6} = 223,69 \text{ A}$$

La sección del cable estará dada por la ecuación 19, para nuestro diseño se establece que la longitud(L) entre el Panel y regulador es de 10 m, la caída de tensión permitida será del 3% (1,44):

$$S_{Cable} = \frac{2 * L * I}{56 * \Delta V} \dots \text{(Ecuación 19)}$$

$$S_{Cable} = \frac{2 * 10 * 223,69}{56 * 1,44}$$

Three handwritten signatures in blue ink are located at the bottom right of the page. The first signature is the most prominent and appears to be 'Ruy...' followed by a flourish. The second signature is shorter and more stylized. The third signature is a simple, circular mark.

$$S_{Cable} = \frac{4\,473,8}{80,64} = 55,47 \approx 70\text{mm}^2$$

En el Tramo 1 con ayuda de la tabla 3 se ha seleccionado el conductor de 70mm^2 .

- Tramo 2: Regulador – Baterías

$$I_{nom} = \frac{1,25 * M_d}{V_{trabajo} * R_{Equipo}} \dots \text{(Ecuación 18)}$$

$$I_{nom} = \frac{1,25 * (340 * 24)}{48 * 0,95}$$

$$I_{nom} = \frac{10\,200}{45,6} = 223,69 \text{ A}$$

La sección del cable estará dada por la ecuación 19, para nuestro diseño se establece que la longitud(L) entre el Regulador - Baterías es de 04 m., la caída de tensión permitida será del 1% (0,48)

$$S_{Cable} = \frac{2 * L * I}{56 * \Delta V} \dots \text{(Ecuación 19)}$$

$$S_{Cable} = \frac{2 * 4 * 223,69}{56 * 0,48}$$

$$S_{Cable} = \frac{1\,789,52}{26,88} = 66,57 \approx 70\text{mm}^2$$

En el Tramo 2 con ayuda de la tabla 3 se ha seleccionado el conductor de 70mm^2 .

- Tramo 3: Regulador – Inversor

$$I_{nom} = \frac{1,25 * M_d}{V_{trabajo} * R_{Equipo}} \dots \text{(Ecuación 18)}$$

$$I_{nom} = \frac{1,25 * (4000 * 2)}{48 * 0,93}$$

$$I_{nom} = \frac{10\,000}{44,64} = 224,01 \text{ A}$$

La sección del cable estará dada por la ecuación 19, para nuestro diseño se establece que la longitud(L) entre el Regulador - Inversor es de 4m, la caída de tensión permitida será del 1% (0,48)

$$S_{Cable} = \frac{2*L*I}{56*\Delta V} \dots \text{(Ecuación 19)}$$

$$S_{Cable} = \frac{2*4*224,01}{56*0,48}$$

$$S_{Cable} = \frac{1\,792,08}{26,88} = 66,66 \approx 70\text{mm}^2$$

En el Tramo 3 con ayuda de la tabla 3 se ha seleccionado el conductor de 70mm^2 .

- Tramo 4: Inversor – Tablero

$$I_{nom} = \frac{1,25*M_d}{V_{trabajo}*R_{Equipo}} \dots \text{(Ecuación 18)}$$

$$I_{nom} = \frac{1,25 * (340 * 24)}{220 * 0,90}$$

$$I_{nom} = \frac{10\,200}{198} = 51,51 \text{ A}$$

La sección del cable estará dada por la ecuación 19, para nuestro diseño se establece que la longitud(L) entre el Inversor - Tablero es de 10 m., la caída de tensión permitida será del 0.5% (3,3)

$$S_{Cable} = \frac{2*L*I}{56*\Delta V} \dots \text{(Ecuación 19)}$$

$$S_{Cable} = \frac{2*10*51,51}{56*3,3}$$

$$S_{Cable} = \frac{1030,2}{184,8} = 06,58 \approx 10 \text{ mm}^2$$

En el Tramo 4 con ayuda de la tabla 3 se ha seleccionado el conductor de 06 mm^2 .

Tabla 6:
Características eléctricas de los Conductores Seleccionados

Tramo de la línea	I_b (A)	Sección (mm^2)	I_{adm} (A)	L(m)
Panel - Regulador	223,69	70	250	10
Batería - Regulador	223,69	70	250	04
Regulador - Inversor	224,01	70	250	04
Inversor - Tablero	51,51	10	74	10

Fuente: Elaboración propia

4.5.6 Angulo de inclinación de los paneles.

Para encontrar el ángulo de inclinación óptima utilizaremos la ecuación 22:

$$\beta_{opt} = 3,7 + (0,69x|\varphi|) \dots \text{(Ecuación 20)}$$

$$\beta_{opt} = 6.56$$

4.5.7 Protección de sobre Corrientes

Con la ecuación 21 para realizar los cálculos de protección.

$$I_b \leq I_n \geq I_{adm} \dots \text{(Ecuación 21)}$$

- Tramo entre Panel - regulador de carga.

$$I_b \leq I_n \geq I_{adm}$$

$$223,69 \leq I_n \geq 250A$$

$$I_n = 240 A$$

- Tramo entre la batería - regulador de carga.

$$I_b \leq I_n \geq I_{adm}$$

$$223,69 \leq I_n \geq 250A$$

$$I_n = 240 A$$

- Tramo entre el regulador - Inversor

$$I_b \leq I_n \leq I_{adm}$$

$$224,01 \leq I_n \leq 250$$

$$I_n = 240 \text{ A}$$

- Tramo entre el regulador - Inversor

$$I_b \leq I_n \leq I_{adm}$$

$$51,51 \leq I_n \leq 74$$

$$I_n = 70 \text{ A}$$

4.6 DIMENSIONAMIENTO DEL SISTEMA DE BAJA TENSIÓN.

Para realizar el diseño y selección de materiales para el dimensionamiento del sistema de baja tensión se ha tenido en cuenta la norma R.D. N° 031-2003-EM/DGE, “BASES PARA EL DISEÑO DE LÍNEAS Y REDES SECUNDARIAS CON CONDUCTORES AUTOPORTANTES PARA ELECTRIFICACIÓN RURAL”. (R.D. N° 031-2003-EM/DGE, 2003)

4.6.1 Aspectos generales

Tensión Nominal: Sistema 220 V

Calificación Eléctrica: Tipo II: 400 W por conexión; 0,5 de factor de simultaneidad.

Máxima caída de tensión: 7%

4.6.2 Cálculo del sistema de baja Tensión:

Provistos del software Red Cad, se ha realizado el cálculo del sistema de baja tensión.

- Tensión Nominal: Sistema 220 V
- Calificación Eléctrica: Tipo II: 400 W por conexión; 0,5 de factor de simultaneidad.
- Máxima caída de tensión: 7% (15,4 v).

- Postes: Se utilizarán postes de concreto 8 m / 200daN (para estructuras pasantes) y 8 m / 300daN (para estructuras de anclaje).
- Conductor autoportante:
- Vano promedio: Según distribución optimizada y aplicación de prestaciones electromecánicas de las estructuras: No menor a 40 m
- Cimentación de Postes: con solado y cimentación de concreto.
- Alumbrado Público: • Lámparas de vapor de sodio de 60 W.
- Conexiones: • Aéreas, monofásicas, con medidor prepago de energía activa monofásico 220V-10 A; cable concéntrico de cobre 2x4 mm², caja portamedidor, interruptor termomagnético y accesorios.
- Sistema de puesta a tierra: Un electrodo vertical cada 200 m en promedio, con buzón de puesta a tierra. Tipo PAT-1, Resistencia <10Ω.

4.6.3 Distancias mínimas de Seguridad.

El Código nacional de electricidad establece las siguientes distancias que se definen en la tabla 07. Es necesario seguir con las distancias mínimas de seguridad a fin de garantizar un correcto funcionamiento del sistema de baja tensión y de evitar cualquier tipo de accidente.

Tabla 7:
Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno

DISTANCIA MÍNIMAS DEL CONDUCTOR A SUPERFICIE DEL TERRENO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA
1	En Lugares accesibles sólo a peatones	5,00 m
2	En zonas no accesibles a vehículos o personas	3,00 m
3	En Lugares con circulación de maquinaria agrícola	6,00 m
4	A lo largo de calles y caminos en zonas urbanas	6,00 m
5	En cruce de calles, avenidas y vías férreas	6,50 m

Fuente: (R.D. N° 031-2003-EM/DGE, 2003)

4.7 EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Para la estimación de las emisiones GEI de consumo de energía eléctrica se realiza siguiendo los siguientes pasos:

Paso 1:

Consumo de electricidad

Calcularemos el consumo de electricidad que dejaremos de utilizar durante un año multiplicando la energía promedio diaria por los días del año.

Consumo de electricidad = Energía promedio diaria x (#días del año)

$$Energia\ electrica\ anual = 22\ 560 \left(\frac{Wh}{día}\right) * 365(\text{días})$$

$$Energia\ electrica\ anual = 8\ 234,40 \text{ (kWh)}$$

Paso 2:

Cálculo de emisiones GEI: consiste en estimar las emisiones de cada GEI, generadas por el consumo de energía eléctrica. Esta electricidad es generada en el SEIN.

*Emisiones GEI por consumo de electricidad =
consumo de electricidad x EF_{GEI}... (Ecuación 22)*

Donde:

Consumo de electricidad: representa el consumo de electricidad del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN). Esta electricidad es generada por un tercero y se expresa en KWh/año o MWh/año.

EFGEI: Factor de emisión por consumo de energía eléctrica del SEIN

$$Emisiones\ GEI\ por\ consumo\ de\ electricidad = 8,2344(MWh) * 0.2611\left(\frac{tCO_2e}{MWh}\right)$$

$$Emisiones\ GEI\ por\ consumo\ de\ electricidad = 2,1500\ tCO_2e$$

Al dejar de utilizar la energía del sistema interconectado (SEIN) se dejará de emitir 2,1500 tCO₂e por año al deja de utilizar

4.8 COSTO DEL PROYECTO.

Realizaremos la elaboración del presupuesto total del proyecto.

4.8.1 Presupuesto de suministro de los componentes del sistema fotovoltaico.

Tabla 8:

Presupuesto del Suministro del sistema fotovoltaico

PRESUPUESTO DEL SUMINISTRO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	MARCA	PRECIO C/U	CANTIDAD	TOTAL
1	Panel solar de 340 w	ERA SOLAR	S/. 515,19	24 unid.	S/. 12 364,56
2	Batería de 260 Ah	FORMULA STAR	S/. 1 330,78	20 unid.	S/. 26 601,20
3	Controlador de 80 Amp.	MUST SOLAR	S/. 988,56	02 unid.	S/. 1 977,12
4	Inversor de 04 kW	MUST SOLAR	S/ 3 222,03	02 unid.	S/. 6 444,06
5	Cables de 25 a 70 mm ²	INDECO	S/ 300,00	02 rollos	S/. 600,00
6	Accesorios	VARIOS	S/ 1000,00	01 global	S/. 1 000,00
SUB TOTAL					S/ 48 986,94
IGV					S/ 8 817,65
TOTAL					S/ 57 804,59

Fuente: Elaboración Propia

4.8.2 Presupuesto de Montaje y Mantenimiento del sistema fotovoltaico

Tabla 9:

Presupuesto de montaje y Mantenimiento del sistema fotovoltaico

PRESUPUESTO DEL MONTAJE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO		
ITEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	MONTAJE ELECTROMECÁNICO	S/. 6 500,00
2	TRANSPORTE DE MATERIALES	S/. 2 500,00
SUB TOTAL		S/. 9 000,00
IGV		S/. 1 620,00
TOTAL		S/. 10 620,00

Fuente: Elaboración Propia

4.8.3 Presupuesto de los componentes de la red secundaria.

Tabla 10:

Presupuesto total de redes secundarias

"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA, 2021."		
SECCIÓN	: REDES SECUNDARIAS	FECHA: Julio -2021
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL, S/.
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	40 330,88
B	MONTAJE ELECTROMECAÁNICO	25 045,03
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	7 323,65
SUB TOTAL		S/. 72 699,56
IGV		S/. 13 085,93
COSTO TOTAL		S/. 85 785,49

Fuente: Elaboración propia

4.8.4 Presupuesto total.

Tabla 11:

Presupuesto total del proyecto

PRESUPUESTO TOTAL DEL PROYECTO		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	TOTAL
1	PRESUPUESTO TOTAL - REDES SECUNDARIAS	S/. 85 785,49
2	PRESUPUESTO DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	S/ 57 804,59
3	PRESUPUESTO DEL MONTAJE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO	S/. 10 620,00
TOTAL		S/. 154 210,08

Fuente: elaboración Propia

4.8.5 Gastos por mantenimiento

Se ha estipulado un gasto anual de mantenimiento de S/. 1 000,00. Como se detalla en el siguiente cuadro

Tabla 12:
Gastos Por Mantenimiento

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	PRECIO	TIEMPO	TOTAL
1	Limpieza de Paneles	S/. 100.00	3 veces por año	S/. 300.00
2	Verificación de baterías	S/. 100.00	3 veces por año	S/. 300.00
3	Medición de Aislamiento de cables	S/. 100.00	1 ves por año	S/. 100.00
4	Accesorios (Terminales, fusibles y otros)	S/. 100.00	1 ves por año	S/. 100.00
5	Transporte de Personal	S/ 100.00	2 veces por año	S/. 200.00
TOTAL				S/. 1 000.00

4.9 EVALUACIÓN ECONÓMICA

Primero tenemos que elaborar nuestro flujo de caja para posteriormente encontrar el VAN y TIR y verificar si el proyecto es económicamente rentable.

Los pobladores de la localidad tendrán que realizar un pago mensual de S/. 20.00 por vivienda, en la localidad se tiene 13 viviendas, por lo tanto, tendremos un ingreso de S/. 260.00 por mes, lo que equivale a S/. 3120.00 por cada año.

4.9.1 Flujo de caja del proyecto

Tabla 13:
Flujo de Caja del Proyecto

Años	Ingresos	Egresos	Flujo De Caja
	Pagos Mensuales		
0	3 120,00	1 000	8 147,39
1	3 120,00	1 000	8 147,39
2	3 120,00	1 000	8 147,39
3	3 120,00	1 000	8 147,39
4	3 120,00	1 000	8 147,39
5	3 120,00	1 000	8 147,39
6	3 120,00	1 000	8 147,39
7	3 120,00	1 000	8 147,39
8	3 120,00	1 000	8 147,39
9	3 120,00	1 000	8 147,39
10	3 120,00	1 000	8 147,39
11	3 120,00	1 000	8 147,39
12	3 120,00	1 000	8 147,39
13	3 120,00	1 000	8 147,39
14	3 120,00	1 000	8 147,39
15	3 120,00	1 000	8 147,39
16	3 120,00	1 000	8 147,39
17	3 120,00	1 000	8 147,39
18	3 120,00	1 000	8 147,39
19	3 120,00	1 000	8 147,39
20	3 120,00	1 000	8 147,39
Total	65 520,00	20 000	162 947,80

Fuente: Elaboración Propia

4.9.2 Valor Actual Neto (VAN).

Calculamos el VAN con ayuda del software Excel y utilizando una tasa de descuento del 10%, con una inversión inicial de S/. 154 210,08 se obtiene un VAN negativo, teniendo en cuenta que si el $VAN < 0$, la inversión no debe llevarse a cabo, porque no es rentable para la empresa.

Tabla 14:
Cálculo del VAN

VAN	- 84 850,076
------------	---------------------

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3 Tasa interna de retorno (TIR).

Calculamos el TIR con ayuda del software Excel obteniendo como resultado 1%, teniendo en cuenta que si la TIR < tasa de descuento, no interesa llevar a cabo la inversión porque la rentabilidad que nos ofrece el proyecto es menor que la que nos ofrece el mercado.

Tabla 15:
Cálculo del TIR

VAN	1%
-----	----

Fuente: Elaboración Propia



V. DISCUSIÓN.

En cuanto al desarrollo de la investigación y habiendo interpretado los resultados obtenidos se afirma que analizando el potencial de radiación de la zona se puede realizar un dimensionamiento de un sistema fotovoltaico eficiente, así como lo han desarrollado Escobedo (2018), Ventura y Delgado (2020) finalmente cumpliendo con el objetivo principal de sus trabajos de investigación.

Hemos realizado un trabajo de investigación con la ayuda de la data suministrada por la NASA, coincidiendo con Garrido y Morales (2019), que es la mejor información para cálculos de dimensionamiento de los sistemas fotovoltaicos.

Con la implementación de un sistema fotovoltaico aseveramos que podemos contribuir a la disminución de la emisión de gases de efecto invernadero, dejando de emitir CO₂ al medio ambiente, así como lo menciona Reyes (2019) en su tesis de grado, logrando generar energía Limpia a través de un sistema fotovoltaico.

Así mismo concordamos con la opinión de Neyra y Bazan (2020) que en la actualidad las energías convencionales contribuyen a la sociedad con la solución de problemas y necesidades energética. Confirmando que al utilizar las energías renovables damos soluciones al abastecimiento de la energía eléctrica.

Finalmente discrepamos con los autores antes mencionados sobre la viabilidad del proyecto, ya que durante nuestra evaluación económica hemos concluido que no es económicamente factible el uso del sistema fotovoltaico para electrificación rural debido a su alto costo en su implementación.

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

6.1 CONCLUSIONES

- Con el desarrollo de la investigación se cumplió con el objetivo principal, diseñando un sistema fotovoltaico para suministrar energía eléctrica en el caserío Juan Velasco Alvarado, Chirinos- Cajamarca, 2020.
- Después de realizar la evaluación de la radiación solar en el caserío Juan Velasco Alvarado con ayuda de la data de la NASA determinamos que utilizaremos el mes más crítico, siendo el mes de febrero con una radiación de 3,71 kWh/m².
- Se ha proyectado la demanda a futuro con 17 viviendas y 03 puntos de iluminación, considerando para cargas de servicio particular un factor de simultaneidad de 0,5 y para cargas de alumbrado público de 1. Obteniendo la energía eléctrica promedio diario de 22 560 wh, con una potencia total de 3 580 w.
- Para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se ha seleccionado 24 paneles solares de 340w de potencia, 20 baterías de 260 Ah de la marca Formula Solar, 02 controladores de 80 A de la marca Must Solar, 02 inversores de 04 kW de la marca Must Solar, y cables hasta 70 mm² de la marca Indeco.
- El presupuesto total del proyecto fue de S/. 154 210,08 realizando la evaluación económica utilizando una caja de flujo y la tasa de descuento del 10% nos da como resultado un VAN negativo S/. -84 850,076 y un TIR del 1%, así se concluye que el proyecto no es económicamente viable.
- Implementando el sistema fotovoltaico propuesto se dejará de emitir al medio ambiente la cantidad de 2,1500 tCO₂e de GEI por año, lo que contribuye a las mejoras del medio ambiente.



6.2 RECOMENDACIONES

- Donde se implemente el sistema fotovoltaico se recomienda usar una zona libre de obstáculos, donde no se genere ningún tipo de sombra que pueda afectar en la disminución de la energía generada.
- Se recomienda idear un plan de mantenimiento periódico para garantizar el correcto funcionamiento del sistema fotovoltaico.
- Si en un futuro, los interesados desean ejecutar la implementación del sistema fotovoltaico en la zona, se recomienda la búsqueda del financiamiento a través de alguna entidad pública, que pueda brindar apoyo en la ejecución del proyecto debido al alto coste de ejecución.
- Para futuras investigaciones se recomienda realizar la búsqueda de estaciones meteorológicas en las zonas más cercana para obtener una data más precisa de la radiación solar.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

- Aguirre Peña, N. E. (2019). "Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Conectado A La Red Eléctrica Pública Para La I.E N° 16531, Puerto Chinchipe – San Ignacio". Jaén.
- Anguisaca Criollo, M. E., & Zamora Mendieta, M. E. (2014). "Manejo De La Entrevista En Los Departamentos De Consejería Estudiantil De Los Colegios De La Provincia Del Azuay". Cuenca.
- Camacho Molina, D. J. (2012). "Implementacion De Un Sistema Fotovoltaico Autónomo Móvil De 1000w". Cartagena De Indias.
- Campos Y Covarrubias, G., & Lule Martínez, N. E. (Enero - Junio De 2012). "La Observación, Un Método Para El Estudio De La Realidad". *Xihmai Vii* (13), 45-60.
- Castejon, A., & Santamaria, G. (2010). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. España: Editorial Editex, 2010.
- Chercca Ramírez, J. A. (2014). "Aprovechamiento Del Recurso Eólico Y Solar En La Generación De Energía Eléctrica Y La Reducción De Emisiones De Co2 En El Poblado Rural La Gramita De Casma". Lima.
- Collado Fernández , E. (2009). Energía Solar Fotovoltaica, Competitividad Y Evaluación Económica, Comparativa Y Modelos. *Tesis Doctoral*. Escuela Técnica Superior De Ingenieros, España.
- Diaz Narvaez, H., & Diez Cardona, F. (2007). "Análisis, Modelado, Simulación Y Validación De Un Sistema De Generación De Energía Solar Autónomo Caso: Universidad Autónoma De Occidente". Antioquia De Cali.
- Dulzaides Iglesias, M. E., & Molina Gómez, A. M. (2004). "Análisis Documental Y De Información: Dos Componentes De Un Mismo Proceso". *Acimed V.12 N.2*, 1-1.
- Energiminas. (26 De Noviembre De 2020). *Electricidad: Minem Proyecta Invertir S/216 Millones En Electrificación Rural En 2021*. Obtenido De Energiminas: <https://Energiminas.Com/Minem-Proyecta-Invertir-S-216-Millones-En-Electrificacion-Rural-En-2021/>
- Escobedo Leon, R. A. (2018). "Implementación De Un Sistema Fotovoltaico Para Un Laboratorio De Cómputo En El Colegio Nacional "Coloso Y Emblemático Jaén De Bracamoros – Jaén - Cajamarca". *Tesis De Grado*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Jaén.
- Gaibor Garcia, I. I. (2012). "Estudio De Factibilidad Para La Creacion De Una Empresa Que Ofrece Servicios Tecnológicos Dedicada A La Formacion De Educandos En El Area De Informatica En Valdemoro". *Tesis De Grado*. Escuela Politécnica Del Ejército, Sangolqui.
- Garrido Castillo, J. E., & Morales Quispe, M. Y. (2019). "Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Autónomo Para La Demanda Eléctrica Del Centro De Salud Magllanal, Jaén – Cajamarca". *Tesis De Grado*. Universidad Nacional De Jaén, Jaén.

- Macancela Zhumi, L. G. (2012). *“Diagnóstico De La Implementación De Los Sistemas Fotovoltaicos Correspondientes A La Primera Etapa Del Proyecto Yantsa Ii Etsari”*. Cuenca.
- Ministerio De Energia Y Minas. (S.F.). *Dirección General De Electrificación Rural (Dger)*. Obtenido De Ministerio De Energia Y Minas: Http://Dger.Minem.Gob.Pe/Institucional_Presentacion.AspX
- Ministerio De Energia Y Minas. (S.F.). *Dirección General De Electrificación Rural (Dger)*. Obtenido De Ministerio De Energia Y Minas: Http://Dger.Minem.Gob.Pe/Institucional_Misionvision.AspX
- Ministerio De Energia Y Minas. (S.F.). *Dirección General De Electrificación Rural (Dger)*. Obtenido De Ministerio De Energia Y Minas: Http://Dger.Minem.Gob.Pe/Institucional_Objetostrategias.AspX
- Pérez Garrido, D. O. (2009). *“Análisis De Un Sistema De Iluminación, Utilizando Ampolletas De Bajo Consumo Y Alimentado Por Paneles Fotovoltaicos”*. Valdivia, Chile.
- Pomposo Yanes, L. (2015). *"Análisis De Necesidades Y Propuesta De Evaluación En Línea De La Competencia Oral En Inglés En El Mundo Empresarial"*.
- R.D. N° 031-2003-Em/Dge. (2003). *"Bases Para El Diseño De Líneas Y Redes Secundarias Con Conductores Autoportantes Para Electrificación Rural"*. Lima. Obtenido De <Http://Intranet2.Minem.Gob.Pe/Web/Archivos/Dge/Legislacion/Dispositivos/Rd031-2003-Em.Pdf>
- Rd017-2003-Em. (2003). *"Alumbrado De Vias Publicas En Areas Rurales"*. Lima.
- Rd031-2003-Em. (2003). *Bases Para El Diseño De Líneas Y Redes Secundarias Con Conductor Autoportante Para Electrificación Rural*. Lioma.
- Reyes Angeles, Elizabeth Cristina. (2019). "Propuesta De Uso De Energía Solar Para El Suministro De Energía Eléctrica Y Mejora De La Eficiencia Energética En La Universidad Esan". *Trabajo De Investigación Para Optar El Grado De Ingeniero En Gestión Ambiental*. Universidad Esan, Lima.
- Rojas Romero, M. A. (2019). "Dimensionamiento De Un Sistema Eolico-Biomasa Para Suministrar Energía Electrica Al Caserio El Chaco Ubicado En Chota Departamento De Cajamarca". *Tesis De Grado*. Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo", Lambayeque.
- Tesillo Sanchez, R. (2016). *“Análisis De Sensibilidad Como Medio De Optimización En Sistemas Fotovoltaicos Interconectados A La Red”*. Mexico, Mexico.
- Toapanta Aguilar , R. S., & Hidalgo Guerrero, J. L. (2016). *“Análisis E Implementación De Una Pico Central Híbrida Solar Eólica Para Generar 500w En La Hacienda “La Merced” Ubicada En El Barrio Santa Ana Del Pedregal, Parque Nacional Cotopaxi En El Periodo 2014”*[Tesis De Grado]. Latacunga.

- Toro Reyes, F. A. (2018). "Plan De Negocios Para Una Empresa Instaladora De Paneles Fotovoltaicos". *Tesis Para Optar Al Grado De Magister En Gestión Y Dirección De Empresas*. Universidad De Chile, Santiago De Chile.
- Torres Barros, J. A., & Paredes Cuchiparte, J. O. (2017). "Análisis De Rentabilidad Económica De Los Nuevos Alojamientos Turísticos Regulados Por El Ministerio De Turismo En El Año 2015 Para Determinar El Punto De Equilibrio En Puerto Ayora – Galápagos". *Tesis De Grado*. Universidad Central Del Ecuador Sede Galapagos, Puerto Ayora.
- Valdiviezo Salas, P. D. (2014). "*Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para El Suministro De Energía Eléctrica A 15 Computadoras Portátiles En La Pucp*". Lima.
- Vásquez Chigne , L. C., & Zúñiga Anticona, B. M. (2015). "*Proyecto De Prefactibilidad Para La Implementación De Energía Solar Fotovoltaica Y Térmica En El Campamento Minero Comihuasa*". Lima.
- Ventura Vargas, E. A., & Delgado Cotrina, L. B. (2020). "Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Aislado Para La Demanda Eléctrica De La Posta Medica, Centro Poblado Urakusa Provincia Condorcanqui, Amazonas-Perú". *Tesis De Grado*. Universidad Nacional De Jaen, Jaen.



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de variables.....	11
Tabla 2: Caídas de tensión permitidas para cada tramo del sistema.....	27
Tabla 3: Datos Técnicos Conductor NYY - DUPLEX.....	28
Tabla 4: Radiación solar del Caserío Juan Velasco Alvarado.....	33
Tabla 5: Demanda Total del sistema	36
Tabla 6: Características eléctricas de los Conductores Seleccionados.....	45
Tabla 7: Distancias mínimas del conductor a superficie del terreno.....	47
Tabla 8: Presupuesto del Suministro del sistema fotovoltaico.....	49
Tabla 9: Presupuesto de montaje y Mantenimiento del sistema fotovoltaico	49
Tabla 10: Presupuesto total de redes secundarias.....	50
Tabla 11: Presupuesto total del proyecto	50
Tabla 12: Gastos Por Mantenimiento	51
Tabla 13: Flujo de Caja del Proyecto	52
Tabla 14: Cálculo del VAN.....	52
Tabla 15: Cálculo del TIR.....	53



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación Geográfica del Caserío Juan Velasco Alvarado.....	10
Figura 2: Programa The Power Proyect - NASA.....	14
Figura 3: Promedio de personas por Hogar.....	15
Figura 4: Tasa de crecimiento en el departamento de Cajamarca.....	16
Figura 5: Años de vida Útil de Panel solar	18
Figura 6: Tensión del sistema.....	20
Figura 7: Paneles solares	21
Figura 8: baterías Solares	23
Figura 9: Controlador o regulador solar.....	25
Figura 10: Inversor Solar	26
Figura 11: Características Eléctricas de los Paneles Seleccionados.....	38
Figura 12: Controlador Marca Victron energy de 70A	40
Figura 13: Inversor Victron Energy de 03 kW.....	42



AGRADECIMIENTO

A Dios, por habernos permitido llegar hasta aquí y habernos dado salud siempre, el cual nos cuida y protege el día a día.

A nuestros padres por su constante apoyo durante toda nuestra etapa de formación profesional, los cuales ha sido nuestro mayor motivo y motivación constantemente para alcanzar nuestros anhelos más deseados.

A nuestra institución, la cual nos abrió las puertas al mundo como tal, agradecemos a nuestros docentes, por compartir las enseñanzas brindadas y los conocimientos adquiridos durante nuestro desarrollo académico, el cual nos servirá de manera exitosa para obtener nuestra titulación como profesionales al servicio de nuestra comunidad desde el punto tecnológico y social.

Al Ing. Mario Félix Olivera Aldana, por ser nuestro asesor en este trabajo de aplicación profesional y por brindarnos sus enseñanzas a lo largo de este asesoramiento, poniendo a prueba nuestras capacidades y conocimientos en el desarrollo del trabajo de aplicación profesional el cual finaliza llenando todas nuestras expectativas.



DEDICATORIA

A mi madre y mi padre, por su constante ayuda y cooperación quien a lo largo de mi vida velaron por mi bienestar y educación, siendo ellos mi mayor motivación en todo momento.

Peña Montalván, Danny Waldimir

A mi familia, por permitirme llegar a ese momento tan especial en mi vida y que me ha acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y a lo largo de mi vida.

Acuña García, Rolando



ANEXOS

ANEXO N° 01: FICHA TÉCNICA PANEL FOTOVOLTAICO ERA SOLAR 340Wp.

ANEXO N° 02: FICHA TÉCNICA BATERÍAS FORMULA STAR 260 AH, 12 V.

ANEXO N° 03: FICHA TÉCNICA DE CONTROLADOR VICTRON ENERGY DE 70 A.

ANEXO N° 04: FICHA TÉCNICA INVERSOR VICTRON ENERGY DE 3 KW.

ANEXO N° 05: FICHA TÉCNICA DE LOS CABLES INDECO.

ANEXO N° 06: PLANO DE DIAGRAMA DE CARGAS DE LA LOCALIDAD.

ANEXO N° 07: PLANO DEL SISTEMA DE RED SECUNDARIA.

ANEXO N° 08: PRESUPUESTO DE LA RED SECUNDARIA.

ANEXO N° 09: PRECIO DE LOS COMPONENTES FOTOVOLTAICOS.



ANEXOS

**ANEXO N° 01: FICHA TÉCNICA PANEL
FOTOVOLTAICO ERA SOLAR 340Wp.**

ESPMC

Polycrystalline Solar Module

KEY FEATURES



5 Busbar Solar Cell:

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



High Power Output:

Polycrystalline 72-cell module achieves a power output up to 340Wp.



Low-light Performance:

Advanced glass and surface texturing allow for excellent performance in low-light environments.



Reliability Warranty:

10 years' product warranty.
Power warranty of 90% up to 10 years and 80% up to 25 years.



WATTS
POSITIVE
TOLERANCE



12 YEARS
PRODUCT
WARRANTY



10 YEARS
PERFORMANCE
GUARANTEE 90%



25 YEARS
PERFORMANCE
GUARANTEE 80%

POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

ELECTRICAL PERFORMANCE

Module type: ESPMC	340
Maximum Power(Wp)	340W
Open circuit Voltage(Voc)	46.4V
Short circuit Current(Isc)	9.45A
Maximum Power Voltage(Vm)	38.5V
Maximum Power Current(Im)	8.84A
Module efficiency	17.5%
Maximum Series Fuse	15A
Watts positive tolerance	0~+3%
Number of Diode	3
Standard Test Conditions	1000W/M ² ,25°C,AM1.5
Maximum System Voltage	1000V/DC
Temperature-Coefficient Isc	+0.08558%/°C
Temperature-Coefficient Uoc	-0.29506%/°C
Temperature-Coefficient Pmpp	-0.38001%/°C
Normal Operating Cell Temperature	-40°C...+85°C
Load Capacity for the cover of the module (glass)	5400Pa(IEC61215)(snow)
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(IEC61215)(wind)
Product Certificate	TUV(IEC 61215,IEC 61730),CE, ROHS,PID Resistant,INMETRO
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001

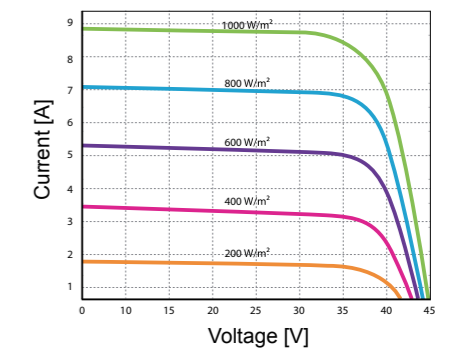
MECHANICAL CHARACTERISTICS

Front cover (material / thickness)	low-iron tempered glass / 3.2mm
Backsheet (color)	TPT in white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / Polycrystalline silicon / 156.75x156.75mm
Frame (material / color)	aluminum hollow-chamber frame on each side anodized aluminum alloy / silver
Junction box (protection degree)	> IP68
Cables & Plug connectors	2x900mm / 4mm ² & MC4 compatible
Module Dimensions (L / W / H)	1956x992x40mm
Module Weight	20.9kg
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C

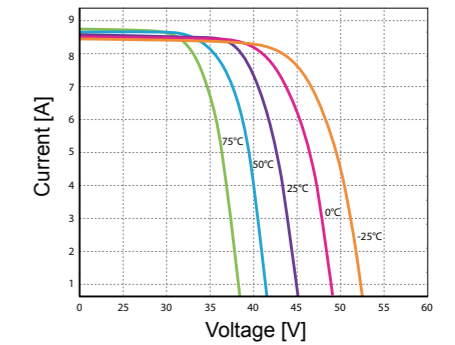
PACKING

Container Size	Units/Pallet (PCS)	Weight/Pallet (KG)	Pallet Measurement (mm)	Units/Container (PCS)
20GP	26	570	2000x1130x1120	260
40HQ	26	570	2000x1130x1120	627
	31	676	2000x1130x1340	

CURRENT-VOLTAGE CURVES:

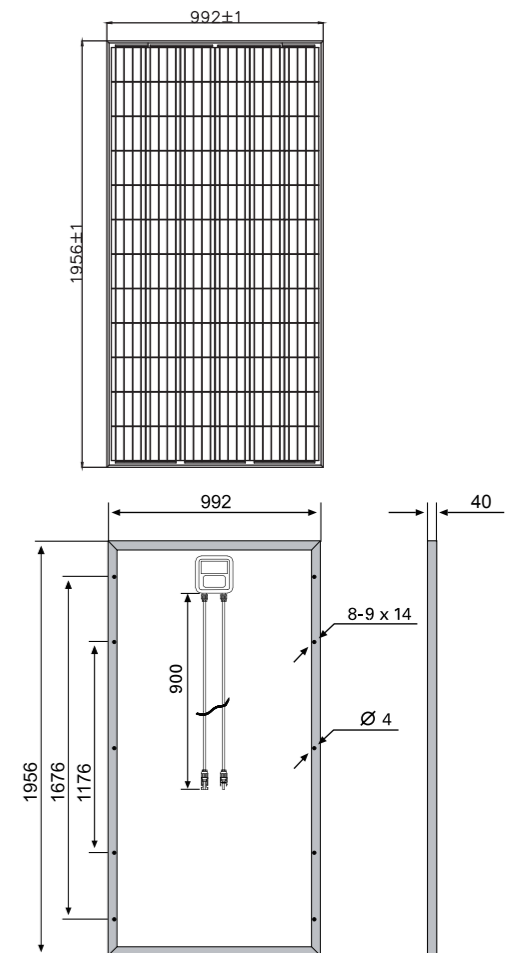


Module characteristics at constant module temperatures (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant module irradiance (1.000 W/m²).

MODULE DIMENSIONS:



**ANEXO N° 02: FICHA TÉCNICA BATERÍAS
FORMULA STAR DE 260 AH, 12 V**

FORMULA STAR



FORMULA STAR MARINA | SOLAR

Formula Star
MARINA

Formula Star MARINA

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

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


Formula Star
SOLAR

Formula Star SOLAR

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

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

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

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

El Ajuste de Materia Prima cambiará mensualmente.

**ANEXO N° 03: FICHA TÉCNICA DE
CONTROLADOR MUST SOLAR DE 80 A**



PC1800A SERIES (60A / 80A)

MPPT Solar Charge Controller

Shenzhen Must Energy Technology Co.,Ltd.

Tel: +86 755-29022692, 29101136

Email: sales@must-solar.com

Web: www.must-solar.com

MUST[®]

MUST®

PC1800A Series (60A/80A) MPPT Solar Charge Controller



INTRODUCTION

MPPT (Maximum Power Point Tracking) Solar Charge Controller offer an efficient, safe, multi-stage recharging process that prolongs battery life and assures peak performance from a solar array. Each Charge Controller allows customized battery recharging.

FEATURES

- LCD display , easy to operate on LCD screen
- Multi stage charging (3-stage charging , parallel charging and equalized charging function)
- BTS - Battery remote temperature sensor terminal
- Enable to charge Li-thium, Gel , lead-acid battery
- With RS485 & USB communication port
- Protection: PV array short circuit, PV reverse polarity, Battery reverse polarity, Over charging, Output short circuit



Max charging current
60A to 80A



Air cooling



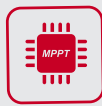
Multi protection



Battery smart
charge design



Battery DC voltage
12V/24V/48V (Auto detection)
36V (Setting)



Advanced maximum
power point tracking (MPPT)
technology

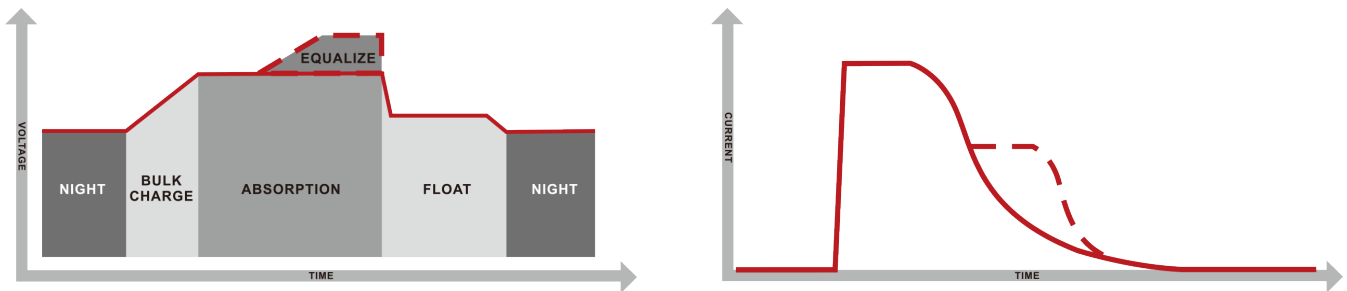


High tracking efficiency
>99.5%

PC1800A Series (60A/80A) MPPT Solar Charge Controller

EQUALIZE STAGE CHARGING FUNCTION

Equalization function reverses the buildup of negative chemical effects like stratification, a condition where acid concentration is greater at the bottom of the battery than at the top. Equalization also helps to remove sulfate crystals that might have built up on the plates.



BATTERY REVERSE PROTECTION

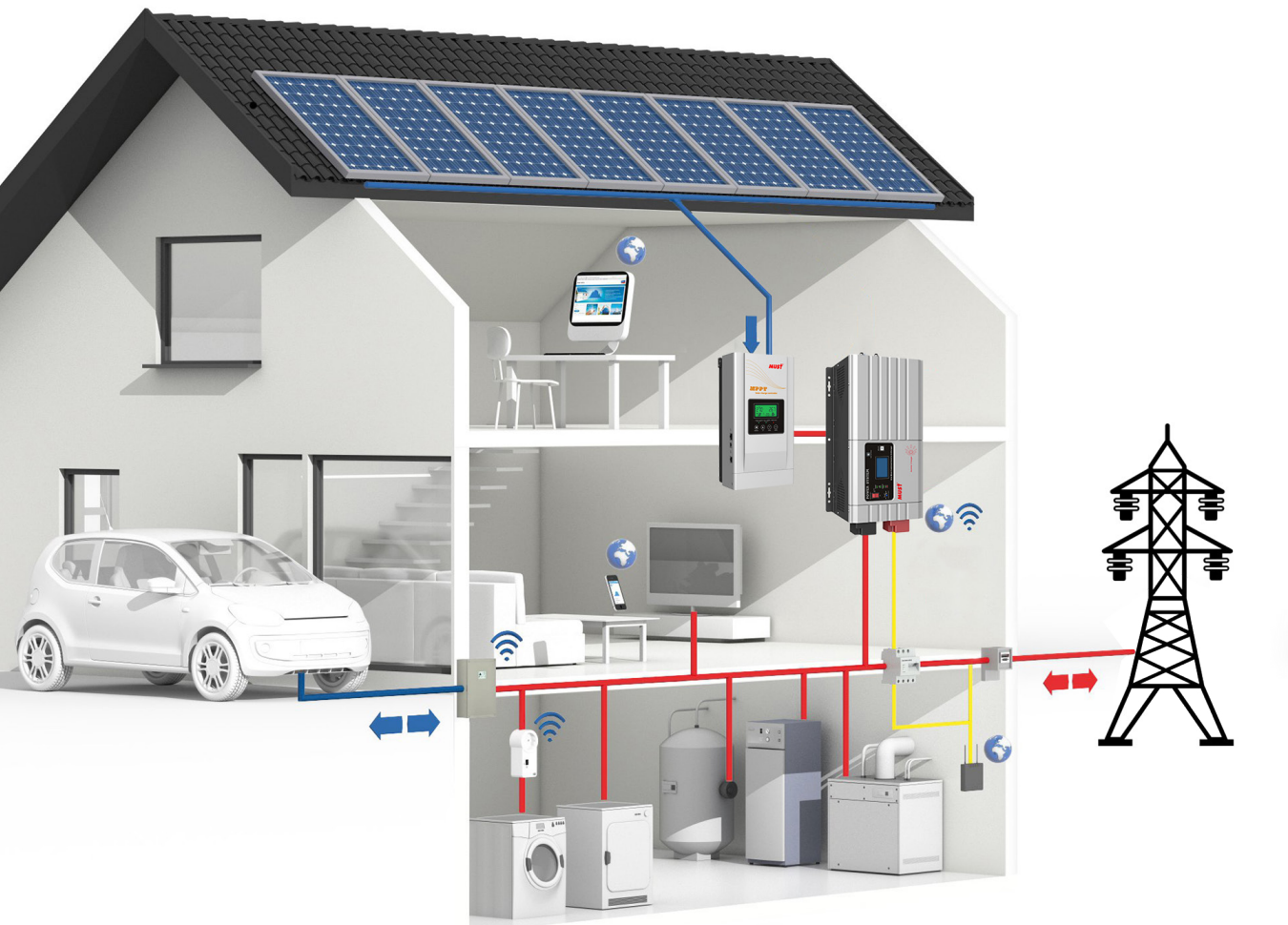
There's a battery reverse protection function in the board, then the controller will be perfectly protected even installer or user connect the battery in reverse pole accidentally

APPLICABLE PLACE

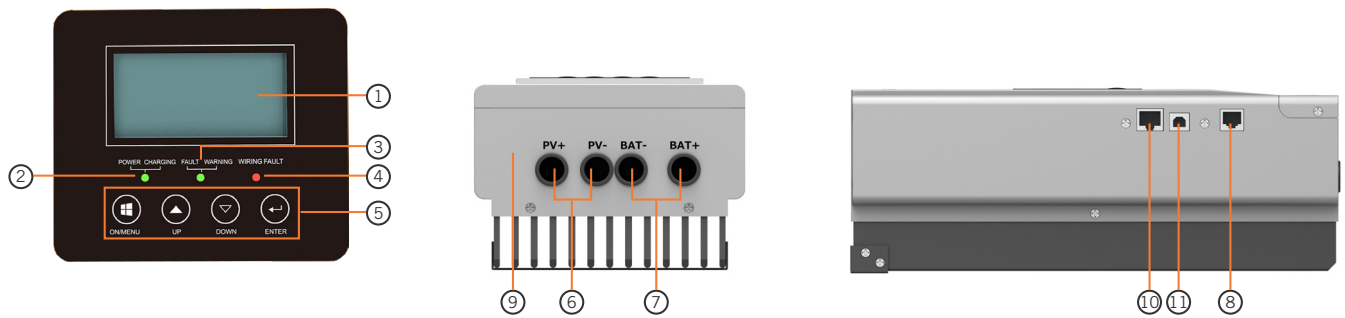
The solar charge controller is an automatic control device, it can be used in all solar power systems to control solar panel array to charge batteries.

Solar Inverter System Connection:

Power Inverter + Solar Charge Controller + Battery + Solar Panels + Grid + Application Loads



PC1800A Series (60A/80A) MPPT Solar Charge Controller



- | | | |
|--------------------------------|--|------------------------------|
| 1. LCD display | 5. Operation button | 9. Wiring box cover |
| 2. Power ON/Charging indicator | 6. PV connextors | 10. RS485 communication port |
| 3. Fault and warning indicator | 7. Battery connectors | 11. USB |
| 4. Wiring fault indicator | 8. Battery temperature sensor terminal | |

MODEL		PC18-6015A		PC18-8015A	
Nominal Battery System Voltage		12V/24V/48VDC (Auto detection); 36V (Setting)			
ELECTRICAL SPECIFICATIONS	Battery Voltage	12V	24V	36V	48V
	Maximum Battery Current	60Amps		80Amps	
	Battery Voltage				
	PV Array MPPT Voltage Range	15~95V	30~130V	45~130V	60~130V
	Maximum Input Power	12 Volt-940W 24 Volt-1880W 36 Volt-2820W 48 Volt-3760W		12 Volt-1250W 24 Volt-2500W 36 Volt-3750W 48 Volt-5000W	
	Protections	Solar high voltage disconnect Solar high voltage reconnect Battery high voltage disconnect Battery high voltage reconnect High temperature disconnect High temperature reconnect			
BATTERY CHARGING	Charging Algorithm	3-Step or 4-Step (Li)			
	Charging Stages	Bulk,Absorption,Float			
	Temperature Compenssation Coefficient	-5mV / °C / cell (25°C ref.)			
	Temperature Compenssation Range	0°C to+50°C			
	Temperature Compenssation Set Points	Absorption, Float			
	Charging Set Points	Absorption Stage		Float Stage	
	Flooded Battery	14.2V/28.4V/42.6V/56.8V		13.7V/27.4V/41.1V/54.8V	
	AGM / GEL / LEAD Battery (Default)	14.4V/28.8V/43.2V/57.6V		13.7V/27.4V/41.1V/54.8V	
	Over-charging Voltage	15.5V/30.0V/45.0V/60.0V			
	Over-charging Comeback Voltage	14.5V/29.5V/44.5V/59.0V			
	Battery Defect Voltage	10.0V/17.0V/25.5V/34.0V			
MECHANICAL AND ENVIRONMENT	Product Size (W*H*D)(mm)	315*160*135			
	Product Weight (kg)	4.7kg			
	Ambient Temperature Range	-10°C to 75°C			
	Storage Temperature	-40°C to75°C			
	Humidity	0%~90% RH (No condensing)			
	Enclosure	IP20			

**ANEXO N° 04: FICHA TÉCNICA INVERSOR
MUST SOLAR DE 4 KW.**



PV1800 HM Series Inversor de Alta Frecuencia

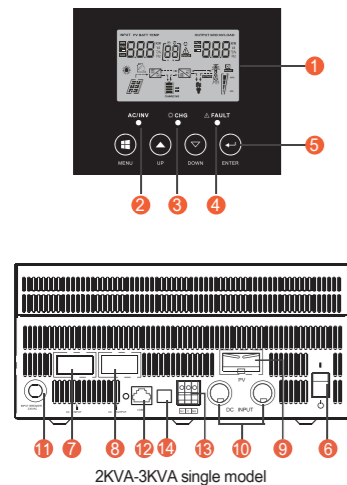
Características

- Potencia Nominal de 3kVA y 5kVA
- Onda Senoidal Pura
- Configurable desde la pantalla LCD (Modos de trabajo, estado de cargas, voltaje de baterías y de campo solar, etc.)
- Regulador MPPT de 60A u 80A según versiones
- MPPT con eficiencia máxima del 98%
- Modo de trabajo combinando la carga solar y desde generador o de red eléctrica simultánea manteniendo la potencia de salida
- Protección contra sobretensión, sobrecarga y descarga profunda
- Función de arranque en frío
- Con programa para PC (CD Incluido) para programación del Inversor
- Sistema de monitorización WiFi (opcional)
- Compatible con generadores de gasolina o diésel

Introducción:

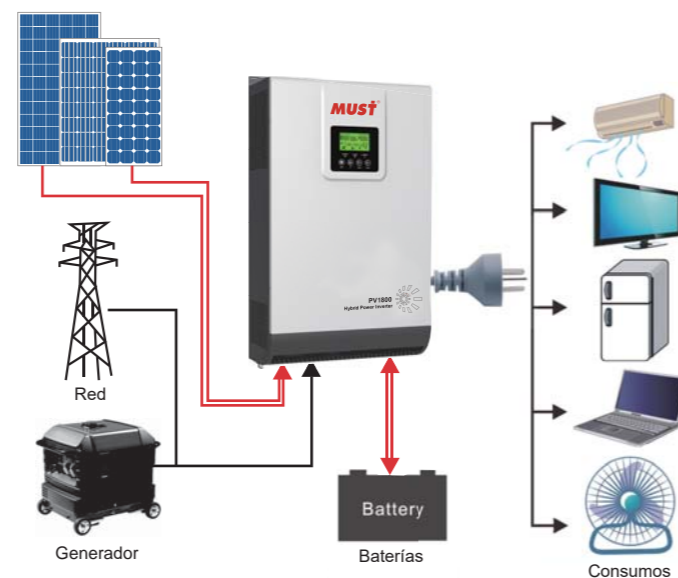
Inversor de onda pura con cargador AC y regulador de carga de tipo MPPT. Multifunción, con posibilidad de combinar al mismo tiempo los diferentes métodos de carga. Incorpora una pantalla LCD para su configuración a través de los botones que van instalados justo en la parte inferior. Es fácil y accesible para cualquier usuario, con opción de mostrar los valores de corriente de carga desde paneles solares, desde generador o red eléctrica, así como la opción de visualizar los consumos.

Información del Display LCD



1. Display LCD
2. Indicador de estado
3. Indicador de Carga / Descarga
4. Indicador de fallo
5. Botones de Navegación
6. Botón de encendido / apagado
7. Entrada AC desde generador o Red
8. Salida AC a consumos
9. Entrada de paneles
10. Entrada batería
11. Protección entrada AC
12. Puerto de comunicación RS485
13. Contacto de libre potencia
14. USB

Conexión del Sistema Solar



Especificaciones

MODELO	PV18-3024 HM	PV18-5048 HM
Voltaje de Baterías del Sistema	24VDC	48VDC
SALIDA INVERSOR	Potencia del Inversor	3000VA
	Pico potencia	2400W
	Tipo de Onda	6000VA
	Regulación de Voltaje AC (Modo baterías)	Onda Senoidal Pura
	Eficiencia del Inversor	220VAC-240VAC
	Tiempo de Tránsito	93%
AC ENTRADA	Voltaje Salida AC	10ms(FST- APL); 20ms(SLO)
	Rango V. Salida (Seleccionable)	230VAC
	Rango de Frecuencia	170-280VAC(FST) ; 90-280VAC(SLO);184-253VAC(APL)
BATERÍA	Voltaje nominal	50Hz/60Hz (Auto programado)
	Voltaje carga flotación	24VDC
	Protección sobrevoltaje	27VDC
CARGADOR SOLAR & CARGADOR AC	Voltaje máximo FV Circuito abierto	31VDC
	Rango voltaje MPPT	145VDC
	Consumo en stand-by	30-130VDC
	Potencia entrada FV	2W
	Corriente carga máxima FV	1500W
	Eficiencia máxima	60A
	Corriente carga máxima AC	98%
	Carga máx. combinada	80A
ESPECIF. MECÁNICAS	Dimensiones (mm)	60A
	Dimensiones caja (mm)	80A
	Peso neto(kg)	140A
	Peso paquete(kg)	14
VARIOS	Humedad	15
	Temperatura funcionam.	5% a 95% Humedad relativa (sin condensación)
	Temperatura almac.	0°C -55°C

Conexiones



**ANEXO N° 05: FICHA TÉCNICA DE LOS
CABLES.**

Usos

Aplicación general como cable de energía. En redes de distribución en baja tensión, instalaciones industriales, en edificios y estaciones de maniobra. En instalaciones fijas, en ambientes interiores (en bandejas, canaletas, engrapadas, etc.); a la intemperie, en ductos subterráneos o directamente enterrados. Pueden ser instalados en lugares secos y húmedos.

Descripción

Uno, dos, tres o cuatro conductores de cobre recocido, sólido, cableado (comprimido, compactado o sectorial) ó flexible. Aislamiento de PVC, con o sin conductor de tierra (aislado) y cubierta exterior de PVC.

Características

Buenas propiedades eléctricas y mecánicas. La cubierta exterior de PVC le otorga una adecuada resistencia a los ácidos, grasas, aceites y a la abrasión. Facilita los empalmes, derivaciones y terminaciones. Retardante a la llama.

Marcación

INDECO S.A. NY Y (80°) 0.6/1 kV <Sección> <Año> <Metrado Secuencial>

Calibres

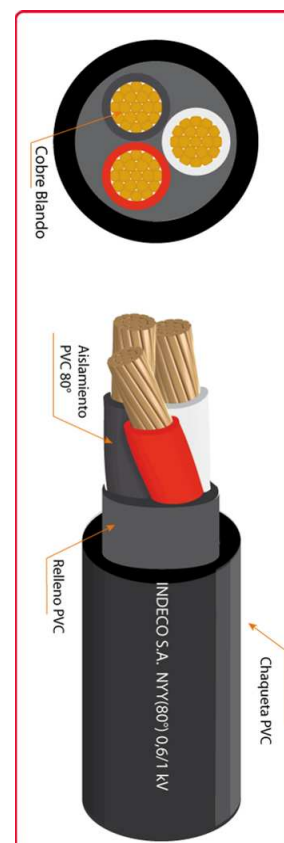
6 mm² - 500 mm²

Embalaje

En carretes de madera, en longitudes requeridas.

Colores

Aislamiento (1): Blanco, Negro, Rojo, Azul, Amarillo.
Cubierta Exterior: Negro.



Norma(s) de Fabricación

NTP-IEC 60502-1

Tensión de servicio

0.6/1 kV

Temperatura de operación

80°C

(1) A solicitud del cliente se puede cambiar de color.

TABLA DE DATOS TECNICOS NYU UNIPOLAR

SECCION N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		ASLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
1 x 6	7	1	1.4	7.9	112	72	54	58
1 x 10	1	1	1.4	8.5	150	95	74	77
1 x 16	7	1	1.4	9.7	222	127	100	102
1 x 25	7	1.2	1.4	11.3	330	163	131	132
1 x 35	7	1.2	1.4	12.3	431	195	161	157
1 x 50	19	1.4	1.4	13.9	568	230	196	186
1 x 70	19	1.4	1.4	15.6	778	282	250	222
1 x 95	19	1.6	1.5	18.1	1068	336	306	265
1 x 120	37	1.6	1.6	19.8	1323	382	356	301
1 x 150	37	1.8	1.6	21.6	1610	428	408	338
1 x 185	37	2	1.7	23.9	2007	483	470	367
1 x 240	37	2.2	1.8	26.9	2606	561	565	426
1 x 300	37	2.4	1.9	29.7	3243	636	646	480
1 x 400	61	2.6	2	33.1	4110	730	790	555
1 x 500	61	2.8	2.1	36.7	5118	823	895	567

TABLA DE DATOS TECNICOS NYU BIPOLAR

SECCION N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		ASLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
2 x 6	1	1	1.8	15.9	378	68	48	56
2 x 10	1	1	1.8	17.5	500	90	66	75
2 x 16	7	1	1.8	18.7	650	116	89	95
2 x 25	7	1.2	1.8	22	945	145	118	120
2 x 35	7	1.2	1.8	24	1210	175	145	145

(*) Temperatura ambiente: 30 °C

Temperatura en el conductor: 80 °C

Temperatura del suelo: 20 °C

Resistividad del suelo: 1 k.m/W

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TRIPOLAR

SECCION N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
3 x 6	7	1	1.8	16.2	428	56	41	45
3 x 10	7	1	1.8	17.7	587	75	57	60
3 x 16	7	1	1.8	19.8	815	99	76	80
3 x 25	7	1.2	1.8	23.3	1201	128	101	103

TABLA DE DATOS TECNICOS NYY TETRAPOLAR

SECCION N° x mm ²	N° HILOS	ESPEORES		DIAMETRO PREVISTO mm	PESO PREVISTO (Kg/Km)	CAPACIDAD DE CORRIENTE (*)		
		AISLAMIENTO mm	CUBIERTA mm			ENTERRADO A	AIRE A	DUCTO A
4 x 16	7	1	1.8	21.5	1009	99	76	80
4 x 25	7	1.2	1.8	25.8	1522	128	101	103
4 x 35	7	1.2	1.8	28.4	1979	155	125	125
4 x 50	19	1.4	2	32.7	2637	184	151	149
4 x 70	19	1.4	2.1	36.8	3563	226	192	180
4 x 95	19	1.6	2.2	42.6	4863	272	232	217
4 x 120	37	1.6	1.8	45.3	5835	310	269	248
3x25/16	7	1.2	1.8	24.6	1381	128	101	103
3x35/16	7	1.2	1.8	27	1750	155	125	125
3x50/25	19	1.4	1.9	31.1	2361	184	151	149
3x70/35	19	1.4	2.1	35.2	3215	226	192	180
3x95/50	19	1.6	2.2	40.5	4324	272	232	217
3x120/70	37	1.6	2.4	44.5	5410	310	269	248
3x150/70	37	1.8	2.5	48.6	6452	348	309	278
3x185/95	37	2	2	52.8	7933	394	353	311
3x240/120	37	2.2	2.9	60.6	10451	458	415	361

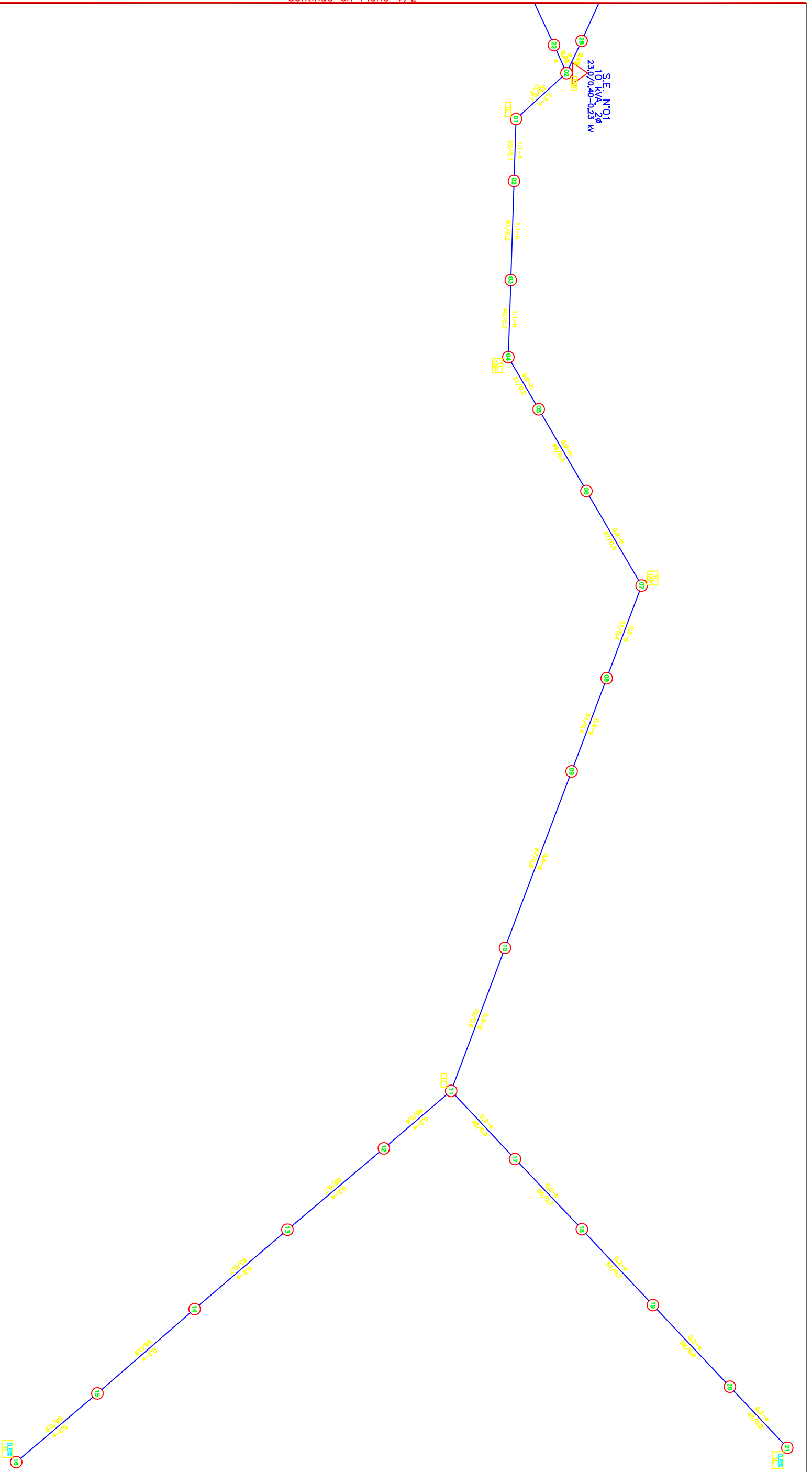
(*) Temperatura ambiente: 30 °C

Temperatura en el conductor: 80 °C

Temperatura del suelo: 20 °C

Resistividad del suelo: 1 $\Omega \cdot m/W$

**ANEXO N° 06: PLANO DE DIAGRAMA DE
CARGAS DE LA LOCALIDAD.**



LEYENDA DE POSITE		LEYENDA DE CONDUCTORES	
L / K.V.	N. Número de Posite	FORMACIÓN (mm ²)	K (Ohm/m)
0 - c	1. Línea de Transmisión	9 125/25	2.235
	2. Línea de Distribución	9 25/25	2.235
	3. Línea de Alumbrado	9 16/25	2.235
	4. Línea de Señalización	9 16/25	2.235
	5. Línea de Telefonía	9 16/25	2.235
	6. Línea de Radiodifusión	9 16/25	2.235
	7. Línea de Trazado	9 16/25	2.235
	8. Línea de Fibras Ópticas	9 16/25	2.235

PÉRDIDAS Y RESERVA		SP	AP	TOTAL
Máx. Dem. - kW	2.80	0.18	2.78	
Pérd. Potencia	0.02	0.00	0.02	
Pérd. Energía	0.7%	0.0%	0.0%	
kWh-día / %	27	0	27	
kWh-día / %	0.4%	0.0%	0.4%	

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

DANNY WALDIR PEÑA MONTALVÁN
ROLANDO ACUÑA GARCÍA

PROYECTO: DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERIO JUAN VELASCO ALVARADO.
CARRERAS=COMERCIO-2027

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAEN

DIAGRAMA DE CARGA

CASERIO JUAN VELASCO ALVARADO

PROF. CHIBRIS ROJA SAN ROMÁN

PROF. CHIBRIS ROJA SAN ROMÁN

DIS.:	DIB.:	REV.:	APR.:	FECHA:

**ANEXO N° 07: PLANO DEL SISTEMA DE RED
SECUNDARIA.**

**ANEXO N° 08: PRESUPUESTO DE LA RED
SECUNDARIA.**

PRESUPUESTO TOTAL - REDES SECUNDARIAS

"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA, 2021."

UBICACIÓN : CHIRINOS-SAN IGNACIO-CAJAMARCA

SECCIÓN : REDES SECUNDARIAS

FECHA: OCTUBRE -2021

ITEM	DESCRIPCION	TOTAL S/.
A	SUMINISTRO DE MATERIALES	40,330.88
B	MONTAJE ELECTROMECHANICO	25,045.03
C	TRANSPORTE DE MATERIALES	7,323.65
D	TOTAL COSTO DIRECTO	72,699.56

PRESUPUESTO MONTAJE ELECTROMECHANICO

"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA, 2021."

UBICACIÓN: CHIRINOS-SAN IGNACIO-CAJAMARCA
REDES SECUNDARIAS

B: MONTAJE ELECTROMECHANICO

Item	Descripción de partidas	Und	P.U. (S/)	Metrado	COSTO
1.00	OBRAS PRELIMINARES				
1.01	Replanteo Topográfico, Ubicación de Estructuras de Redes Secundarias. Incluye Elaboración de Planos de Concesión Rural.	Loc	204	1	204
1.02	Desbroce de Arboles en Baja Tension	glb	260	1	260
					464.21
2.00	INSTALACIÓN DE POSTES DE CONCRETO				
2.01	Transporte de Poste de CAC 8 m/200 daN de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno con Acceso Carrozable	u	100	29.00	2.900.00
2.02	Transporte de Poste de CAC 8 m/300 daN de Almacen a Punto de Izaje, en Terreno con Acceso Carrozable	m ³	100.48	16.00	1.607.68
2.03	Excavación en terreno Tipo II (Rocoso)	u	91	25.00	2.265.00
2.04	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de 8 m/200 daN (*)	u	48	29.00	1.396.35
2.05	Izaje, Identificación y/o codificación, y Señalización de Poste de 8 m/300 daN (*)	u	69	16.00	1.111.84
2.06	Cimentación con concreto ciclópeo de Poste de 8m en Terreno Tipo II (Rocoso)	u	115.90	25.00	2.897.50
2.07	Solado para poste de concreto	u	19	45.00	841.50
					13,019.87
3.00	INSTALACIÓN DE RETENIDAS				
3.01	Excavación en Terreno Tipo II (Rocoso) para Retenida	m ³	119.60	5.00	598
3.02	Instalacion de Retenida Inclinada	u	45	19.00	859.56
3.03	Relleno y Compactación en Terreno Tipo II de Retenida	m ³	66.26	5.00	331
					1,788.86
4.00	MONTAJE DE ARMADOS				
4.01	Armado Tipo E1/S, sin caja de derivación para acometida	u	23	30	693
4.02	Armado Tipo E2/S, sin caja de derivación para acometida	u	29	2	58
4.03	Armado Tipo E3/S, sin caja de derivación para acometida	u	23	8	182
4.04	Armado Tipo E4/S, sin caja de derivación para acometida	u	29	4	116
4.05	Armado Tipo E6/S, sin caja de derivación para acometida	u	44	1	44
					1,092.18
5.00	MONTAJE DE CONDUCTORES AUTOPORTANTES				
	Comprende Tendido y Puesta en Flecha de :				
5.01	Conductor Autoportante de Aluminio 1X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	1205.14	1.41	1699.25
5.02	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	1009.29	1.10	1110.22
5.03	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25+16/25 mm ² , Neutro Aislado	km	841.49	0.31	260.86
					3,070.33
6.00	INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA				
6.01	Excavación en terreno Tipo I (arcilloso y conglomerado)	m ³	55.83	10.00	558.30
6.02	Excavación en terreno Tipo II (rocoso)	m ³	139.60	4	558
6.03	Instalacion de puesta a tierra Tipo PAT-1 en poste de concreto	u	35	14.00	494.62
6.04	Relleno y Compactación de Puesta a Tierra con Material Adecuado	m ³	44.16	14	618.24
					2,229.56
7.00	PASTORALES, LUMINARIAS Y LAMPARAS				
7.01	Instalación de Pastoral de A° G°	u	30	3	91
7.02	Instalación de Luminaria y Accesorios	u	54	3	163
					253.86
8.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
	Instalación de acometida domiciliaria, que comprende: Conexión de Acometida Domiciliarias, Montaje de Medidor y Contraste del Medidor.				
8.01	Conexión de acometidas domiciliarias, configuración: Corta (no incluye medidor de energía activa)	u	35	12	421
8.02	Conexión de acometidas domiciliarias, configuración: Larga (no incluye medidor de energía activa)	u	67		
8.03	Instalación de medidor monofásico de energía activa y caja portamedidor	u	18	13	230
8.04	Contraste de medidor monofásico de energía activa - electrónico	u	24	13	317
8.05	Murete De Concreto De 1,80 m De Altura Libre y 0,30m de Profundidad. Fc=175 Kg/cm ² .	u	216	1	216
8.06	Transporte e Instalacion de Murete	u	61	1	61
8.07	Conexión de Acometidas Domiciliarias, Configuración: Corta en Murete (no incluye medidor de energía activa)	u	49	1	49
					1,293.20
9.00	TRANSPORTE DE MATERIALES PRINCIPALES DESDE ALMACEN EN OBRA A PUNTO				
	TRANSPORTE VIA TERRESTRE				
9.01	Transporte de Bloque de Concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m. De Almacen a Punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	15	19.00	285.00
9.02	Transporte Conductor Autoportante de Aluminio 1X25/25 mm ² , Neutro Aislado, de Almacen a Punto de Instalacion en terreno sin Acceso Carrozable	km	46	1.41	64.20
9.03	Transporte de Conductor Autoportante de Aluminio 2X25/25 mm ² , Neutro Aislado, de Almacen a Punto de Instalacion en terreno sin Acceso Carrozable	km	42	1.10	46.43
9.04	Transporte de Conductor Autoportante de Aluminio 2X25+16/25 mm ² , Neutro Aislado, de Almacen a Punto de Instalacion en terreno sin Acceso Carrozable	km	23	0.31	7.25
9.05	Transporte de Luminaria Completa con Equipo para Lampara de 50 W. De Almacen a Punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	19	3.00	57
9.06	Transporte de Caja de Derivacion para Acometidas Domiciliarias Sistema 440-220 V (10 borneras en cada barra de cobre), de Almacen a Punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	6	13	78
9.07	Transporte de Caja Portamedidor, Equipado con Interruptor Termomagnetico 10 A, de Almacen a Punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	6	13	78
9.08	Transporte de Medidor Monofasico de Energia Activa, Tipo Electronico con Microprocesador de 220 V, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1, de Almacen a punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	2	13	26
9.09	Transporte de Accesorios de Ferreteria (para postes, conductores, retenidas y PAT) de Almacen a Punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	glb		14	
9.10	Transporte de Caja registro para puesta a tierra, de Almacen a punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	17	14	244
9.11	Transporte de Bentonita para Puesta a Tierra, de Almacen a punto de Instalacion en Terreno sin Acceso Carrozable	u	12	42	493
					1,379.26
10.00	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO:				
10.01	Pruebas y Puesta en Servicio de Redes Secundarias	Loc	295	1	295
10.02	Expediente Técnico Final Conforme a Obra y de Concesión Rural de Redes Secundarias (1 Original + 3 Copias), incluye la presentacion digitalizada de t	Loc	159	1	159
				488.64	453.70
	TOTAL MONTAJE ELECTROMECHANICO				25,045.03

PRESUPUESTO DE TRANSPORTE DE MATERIALES**"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA, 2021."**

UBICACIÓN: CHIRINOS-SAN IGNACIO-CAJAMARCA

REDES SECUNDARIAS**C: TRANSPORTE DE MATERIALES**

Item	Descripción de partidas	Und	P.U. (S/)	Metrado	Costo S/.
1.00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO				
1.01	Poste de C.A.C. de 8 m/200 daN/150mm/270mm (Incluye perilla)	u	124.27	29	3603.83
1.02	Poste de C.A.C. de 8 m/300 daN/150mm/270mm (Incluye perilla)	u	124.27	16	1988.32
					5592.15
2.00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO				
2.01	Conductor Autoportante de Aluminio 1X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	317.64	1.41	447.87
2.02	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	312.10	1.10	343.31
2.03	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25+16/25 mm ² , Neutro Aislado	km	339.77	0.31	105.33
					896.51
3.00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES				
3.01	Grapa de Suspensión Angular para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm ²	u	0.15	30	4.50
3.02	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm ²	u	0.18	25.00	4.50
3.03	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	0.02	288.00	5.76
3.04	Cinta Autofundente	m	0.02	20.00	0.40
3.05	Cinta aislante Vinilica	m	0.02	25.00	0.50
3.06	Grapa de Anclaje para Conductor de 25 mm ²	u	0.02	2.00	0.04
3.07	Grillete de Acero Galvanizado Tipo Lira	u	0.02	2.00	0.04
3.08	Cinta plana de armar de 1.3 x 7.6mm	m	0.02	1.80	0.04
3.09	Conector AL/AL Cuña Tipo II	u	0.02	3.00	0.06
					15.84
4.00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
4.01	Conductor de Cobre Recocido, tipo N2XY, Bipolar, 2 x 2,5 mm ²	m	0.10	7.50	0.75
4.02	Conductor de Cobre Concéntrico, 2 x 4 mm ² , con aislamiento y cubierta de PVC	m	0.14	120.00	16.80
4.03	Conductor de Cobre Recocido, Cableado, de 35 mm ² , para Puesta a Tierra	m	0.26	140.00	36.40
					53.95
5.00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS				
5.01	Pastoral tubo A°G° 38 mm Ø interior, 1500 mm avance horizontal, 1100 mm altura y 20° inclinación	u	4.98	3.00	14.94
5.02	Abrazadera partida A°G° de 51 mmx5 mm x 230 mmø. para postes de cac de MT.	u	1.38	2.00	2.76
5.03	Abrazadera partida A°G° de 51 mmx5 mm x 130 mmø. para postes de cac de BT.	u	2.77	4.00	11.08
5.04	Luminaria Tipo Led de 50 W	u	1.99	3.00	5.97
5.05	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo III	u	0.02	3.00	0.06
5.06	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo IV	u	0.17	3.00	0.51
					35.32
6.00	RETENIDAS Y ANCLAJES				
6.01	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm ø, 7 hilos	m	0.22	190.00	41.80
6.02	Perno Angular con Ojal Guardacabo para cable de acero de 10mm Ø de A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	0.36	19.00	6.84
6.03	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	u	0.22	19.00	4.18
6.04	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mmø	u	0.18	19.00	3.42
6.05	Mordaza Preformada de A°G° para Cable de 10 mm Ø	u	0.66	76.00	50.16
6.06	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	0.02	38.00	0.76
6.07	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	u	0.04	28.50	1.14
6.08	Bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	0.66	19.00	12.54
6.09	Aislador de Porcelana de Tracción Clase ANSI 54-1	u	0.04	19.00	0.76
6.10	Canaleta Protectora (guardacable) De 16 mm De Espesor X 2,40 m De Long.	u	0.04	19.00	0.76
					122.36
7.00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS				
7.01	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 254 mm	u	0.39	30.00	11.70
7.02	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	0.03	9.00	0.27
7.03	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	0.02	66.00	1.32
7.04	Porta línea unipolar de A°G°, provisto de PIN de 10 mm Ø	u	0.33	8.00	2.64
7.05	Grillete de Acero de 70 kN	u	1.66	2.00	3.32
7.06	Abrazadera tipo CAS de F°G° (P/Est. de BT) con ojal para anclaje y accesorios de fijación	u	1.60	2.00	3.20
					22.45
8.00	PUESTA A TIERRA				
8.01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	1.94	14.00	27.16
8.02	Conector de Bronce para Electrodo de 19 mm ø y Conductor de Cobre de 35 mm ²	u	0.07	14.00	0.98
8.03	Bentonita para Puesta a Tierra	u	16.60	28.00	464.80
8.04	Caja Registro Circular De Concreto Para Puesta a Tierra 396 mm Ø X 300 mm	u	0.19	14.00	2.66
8.05	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo I	u	0.02	14.00	0.28
8.06	Tubo de PVC-SAP de 19 mm de Ø	m	1.00	5.60	5.60
					501.48
9.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
9.01	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 2,5 m. long., provisto de codo	u	2.32	8.00	18.56
9.02	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 4 m. long., provisto de codo	u	3.82	1.00	3.82
9.03	Armella Tirafondo de 10 mm Ø x 64 mm de longitud	u	0.02	7.00	0.14
9.04	Tarugo de cedro de 13 mm x 50 mm	u	0.02	7.00	0.14
9.05	Alambre galvanizado N° 12 AWG	m	0.04	39.00	1.56
9.06	Templador de A°G°	u	0.10	26.00	2.60
9.07	Medidor Monofásico de Energía Activa, tipo Electrónico con Micro Procesador de 220 V; 2 hilos, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1	u	3.32	13.00	43.16
9.08	Caja Portamedidor Monofásica De Material Polimérico, Equipado Con Interruptor Termomagnético 10 A	u	1.00	13.00	13.00
9.09	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	0.01	78.00	0.39
9.10	Cableado THW N° 12 Para Conexión De Medidor Y Termomagnético	m	0.02	10.40	0.16
9.11	Sellador de silicona universal transparente 280 ml	u	0.02	3.90	0.06
					83.59
	TOTAL TRANSPORTE DE MATERIALES				7323.65

PRESUPUESTO DE SUMINISTRO DE MATERIALES**"DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA SUMINISTRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL CASERÍO JUAN VELASCO ALVARADO, CHIRINOS-CAJAMARCA, 2021."**

UBICACIÓN: CHIRINOS-SAN IGNACIO-CAJAMARCA

REDES SECUNDARIAS

A: SUMINISTRO DE MATERIALES

Item	Descripción de partidas	Und	P.U. (\$)	METRADO	COSTO
1.00	POSTES DE CONCRETO ARMADO CENTRIFUGADO				
1.01	Poste de C.A.C. de 8 m/200 daN/150mm/270mm (Incluye perilla)	u	342.88	29.00	9943.52
1.02	Poste de C.A.C. de 8 m/300 daN/150mm/270mm (Incluye perilla)	u	382.37	16.00	6117.92
					16061.44
2.00	CABLES Y CONDUCTORES DE ALUMINIO				
2.01	Conductor Autoportante de Aluminio 1X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	3 898.62	1.41	5497.05
2.02	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25/25 mm ² , Neutro Aislado	km	4 198.62	1.10	4618.48
2.03	Conductor Autoportante de Aluminio 2X25+16/25 mm ² , Neutro Aislado	km	5 275.79	0.31	1635.49
					11751.02
3.00	ACCESORIOS DE CABLES AUTOPORTANTES				
3.01	Grapa de Suspensión Angular para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm ²	u	7.87	30.00	236.10
3.02	Grapa de Anclaje Cónica para Conductor de Aleación de Aluminio de 25 mm ²	u	12.99	25.00	324.75
3.03	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	0.32	288.00	92.16
3.04	Cinta Autofundente	m	3.31	20.00	66.20
3.05	Cinta aislante Vinilica	m	0.85	25.00	21.25
3.06	Grapa de Anclaje para Conductor de 25 mm ²	u	18.66	2.00	37.32
3.07	Grillete de Acero tipo lira	u	11.07	2.00	22.14
3.08	Cinta plana de armar de 1.3 x 7.6 mm	m	1.00	1.80	1.80
3.09	Conector AL/AL Cuña Tipo II	u	4.86	3.00	14.58
					816.30
4.00	CABLES Y CONDUCTORES DE COBRE				
4.01	Conductor de Cobre Recocido, tipo N2XY, Bipolar, 2 x 2,5 mm ²	m	3.99	7.50	29.93
4.02	Conductor de Cobre Concéntrico, 2 x 4 mm ² , con aislamiento y cubierta de PVC	m	3.41	120.00	409.20
4.03	Conductor de Cobre Recocido, Cableado, de 35 mm ² , para Puesta a Tierra	m	9.04	140.00	1265.60
					1704.73
5.00	LUMINARIAS, LAMPARAS Y ACCESORIOS				
5.01	Pastoral tubo A°G° 38 mm Ø interior, 1500 mm avance horizontal, 1100 mm altura y 20° inclinación	u	36.15	3.00	108.45
5.02	Abrazadera partida A°G° de 51 mmx5 mm x 230 mm, para postes de cac de MT.	u	31.40	2.00	62.80
5.03	Abrazadera partida A°G° de 51 mmx5 mm x 130 mm, para postes de cac de BT.	u	24.60	4.00	98.40
5.04	Luminaria Tipo Led de 50 W	u	560.00	3.00	1680.00
5.05	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo III	u	5.13	3.00	15.39
5.06	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo IV	u	4.95	3.00	14.85
					1979.89
6.00	RETENIDAS Y ANCLAJES				
6.01	Cable de acero grado Siemens Martin, de 10 mm Ø, 7 hilos	m	3.51	190.00	666.90
6.02	Perno Angular con Ojal Guardacabo para cable de acero de 10mm Ø de A°G°, 16 mm Ø x 254 mm, provisto de Tuerca y Contratuerca	u	8.05	19.00	152.95
6.03	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	u	32.63	19.00	619.97
6.04	Arandela de Anclaje de A°G°, 102 x 102 x 6,35 mm, Agujero de 18 mm	u	3.68	19.00	69.92
6.05	Mordaza Preformada de A°G° para Cable de 10 mm Ø	u	9.77	76.00	742.52
6.06	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	1.00	38.00	38.00
6.07	Alambre de Acero N° 12 para Entorchado	m	0.41	28.50	11.69
6.08	Bloque de concreto de 0,40 x 0,40 x 0,15 m	u	34.35	19.00	652.65
6.09	Aislador de Porcelana de Tracción Clase ANSI 54-1	u	9.93	19.00	188.67
6.10	Canaleta Protectora (guardacable) De 16 mm De Espesor X 2,40 m De Long.	u	26.60	19.00	505.40
					3648.67
7.00	ACCESORIOS DE FERRETERIA PARA ESTRUCTURAS				
7.01	Perno con Gancho de 16 mm Ø, provisto de Arandela, Tuerca y Contratuerca, longitud de 254 mm	u	8.62	30.00	258.60
7.02	Tuerca-Ojo para Perno de 16 mm Ø	u	6.21	9.00	55.89
7.03	Arandela Cuadrada Curva de A° G°, 57 x 57 x 5 mm, Agujero de 18 mm Ø	u	1.00	66.00	66.00
7.04	Portalineas unipolar de A°G°, provisto de PIN de 10 mm Ø	u	4.56	8.00	36.48
7.05	Grillete de Acero de 70 kN	u	11.07	2.00	22.14
7.06	Abrazadera tipo CAS de F°G° (P/Est. de BT) con ojal para anclaje y accesorios de fijación	u	9.50	2.00	19.00
					458.11
8.00	PUESTA A TIERRA				
8.01	Electrodo de Acero Recubierto de Cobre de 16 mm Ø x 2,40 m	u	59.68	14.00	835.52
8.02	Conector de Bronce para Electrodo de 19 mm Ø y Conductor de Cobre de 35 mm ²	u	5.97	14.00	83.58
8.03	Bentonita para Puesta a Tierra	Bol	23.50	28.00	658.00
8.04	Caja Registro Circular De Concreto Para Puesta a Tierra 396 mm Ø X 300 mm	u	30.00	14.00	420.00
8.05	Conector Bimetálico para Al/ Cu, Cuña Tipo I	u	5.05	14.00	70.70
8.06	Tubo de PVC-SAP de 19 mm de Ø	m	4.50	5.60	25.20
					2093.00
9.00	CONEXIONES DOMICILIARIAS				
9.01	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 2,5 m. long., provisto de codo	u	20.91	8.00	167.28
9.02	Tubo de A°G° standard / redondo de 19 mm Ø x 1,5 mm x 4 m. long., provisto de codo	u	30.10	1.00	30.10
9.03	Armella Tirafondo de 10 mm Ø x 64 mm de longitud	u	1.04	7.00	7.28
9.04	Tarugo de cedro de 13 mm x 50 mm	u	0.29	7.00	2.03
9.05	Alambre galvanizado N° 12 AWG	m	1.25	39.00	48.75
9.06	Templador de A°G°	u	1.74	26.00	45.24
9.07	Medidor Monofásico de Energía Activa, tipo Electrónico con Micro Procesador de 220 V; 2 hilos, 10-40 A, 60 Hz, Clase 1	u	46.46	13.00	603.98
9.08	Caja Portamedidor Monofásica De Material Polimérico, Equipado Con Interruptor Termomagnético 10 A	u	65.00	13.00	845.00
9.09	Correa Plástica de Amarre, color negro	u	0.25	78.00	19.50
9.10	Cableado THW N° 12 Para Conexión De Medidor Y Termomagnético	m	1.20	10.40	12.48
9.11	Sellador de silicona universal transparente 280 ml	u	9.25	3.90	36.08
					1817.72
TOTAL SUMINISTRO DE MATERIALES					40330.88

**ANEXO N° 09: PRECIOS DE LOS COMPONENTES
FOTOVOLTAICOS**

PANEL SOLAR

Panel Solar 340W 24V Policristalino ERA



S/.607,92 SIN IGV
S/. 515,19



Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el miércoles 5 de enero en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Era Solar | Cod. Artículo: 1002120

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR

BATERÍAS

Batería 12V 260Ah Formula Star



S/.1.330,06 SIN IGV
S/. 1.127,17



Envío: Envío gratuito a provincias!

Fabricante: Formula Star | Cod. Artículo: 1705470

Cantidad:


1 año
de garantía


14 días
de devolución


100%
pago seguro



Sin stock

 Contactar vía WhatsApp

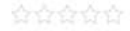
CONTROLADOR

☑ Controlador MPPT LCD 80A 12/24/48V Must Solar



S/.1.166,50

SIN IGV
S/. 988,56



Descuento 13% (S/. 1.333,15 sin descuento)

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el viernes 24 de junio en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 2002513

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO

COMPRAR

INVERSOR

☑ Inversor Cargador 5KVA 4000W 48V MPPT 80A Must Solar



S/.3.802,00

SIN IGV
S/. 3.222,03



Envío: Envío gratuito a provincias!

Fabricante: Must Solar | Cod. Artículo: 3004100

Cantidad:



Contactar vía WhatsApp