



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
ELÉCTRICA

**“Diseño de un sistema de respaldo fotovoltaico para
abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa
San Juan - Sallique”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Mecánico Electricista

AUTOR:

Br. Flores Silva, Wilian (ORCID: 0000-0002-4863-573X)

ASESORES:

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

Mg. Celada Padilla, James Skinner (ORCID: 0000-0002-5901-2669)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

Mi tesis la dedico con todo mi amor y afecto y cariño a mi amada familia Flores Silva y esposa **Shandy Lizana Novoa** he hijos, que, por su esfuerzo y sacrificio, por darme una carrera para nuestro futuro y por creer en mi capacidad y esfuerzo, aunque hemos pasado momentos difíciles siempre han estado brindándome su comprensión cariño y amor.

A mis amados hijos **Ory, Liam, Thiago y Wesley** por ser mi fuente de motivación e inspiración para poder superarme cada día más y así poder luchar para que la vida nos depare un futuro mejor.

A mi amada madre **Flor María** y mi padre **Juan Francisco** y hermanos quienes que con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siguiera adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mis compañeros y amigos presentes quienes sin esperar nada a cambio compartieron sus conocimientos, alegrías y tristezas y todas esas personas que durante estos tres años y medio estuvieron a mi lado apoyándome y lograron que este sueño se haga realidad

WILIAN FLORES SILVA

Agradecimiento:

Agradezco primeramente a mi DIOS y luego a mis padres por traerme a este mundo tan lindo, por darme vida y salud para así poder cumplir con mi objetivo de mi carrera profesional y así poder realizar mi tesis, y gracias a mi familia por apoyarme y depositar toda su confianza en mi persona para tomar cada decisión y una iniciativa de cada proyecto, y un cordial agradecimiento a la universidad cesar vallejo y sus educandos que compartieron sus grandes conocimientos con mi persona y dar un cordial agradecimiento a mis asesores de inicio de proyecto de tesis y desarrollo de tesis para así poder concluir todas las expectativas del profesionalismo.

WILIAN FLORES SILVA

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento:.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice tablas	v
Índice figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MÉTODO	21
2.1. Tipo de investigación	21
2.2. Variables Operacionalización.....	21
2.3. Población y muestra	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	23
2.5. Método de análisis de datos	25
2.6. Aspectos éticos.....	25
III. RESULTADOS	26
IV. DISCUSIÓN	44
V. CONCLUSIONES	47
VI. RECOMENDACIONES	48
REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	28

Índice tablas

Tabla 1: Potencia Instalada, Máxima Demanda y Energía de las Salas de Cómputo y Dirección.....	25
Tabla 2: Datos de la Radiación Solar obtenidos con el Solarímetro	27
Tabla 3: Distribución Acumulada y Distribución de Frecuencia	28
Tabla 4: Valores para obtener la ecuación de la recta.....	29
Tabla 5: Valores de Radiación Media, Gamma para diferentes valores de Beta (β)	31
Tabla 6: Presupuesto del Sistema de Respaldo Fotovoltaico.....	42
Tabla 7: Evaluación Económica del Sistema de Respaldo Fotovoltaico	43

Índice figuras

Figura 1.- Esquema de efecto fotovoltaico	11
Figura 2.- representación de la Regresión Lineal	29
Figura 3.- Estructura para los paneles	41

Resumen

En el presente trabajo de investigación se busca proponer a través de un **“Diseño de un sistema de respaldo fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan - Sallique”**, suministrar energía eléctrica a las instituciones educativas como un sistema de respaldo. en esta investigación se utilizará el tipo de investigación aplicada – descriptiva, en la institución educativa, la muestra será tomada utilizando el método no probabilístico. para ello, se realizaron visitas a la institución educativa con la finalidad de recopilar información mediante un pirómetro fotovoltaico para determinar los índices de radiación solar. Además, se utilizó la ficha de recolección de datos, observación directa. Los datos fueron recogidos a través de la aplicación de una encuesta local destinada, gasto mensual del caserío y así poder determinar la necesidad de energía que se requiere además con el reporte del consumo de energía en la institución, para poder determinar la demanda y proyectar el crecimiento de la misma a través del tiempo. La presente investigación es viable, sostenible y garantiza un servicio de calidad para los usuarios finales. La puesta en práctica de este proyecto brinda a nuestras futuras generaciones como aprovechar al máximo la radiación solar y poder producir más energía y así preservar el medio ambiente.

Palabras Claves: Sistema Fotovoltaico, Suministro de Energía Eléctrica, paneles solares.

Abstract

In this research work seeks to propose through a **“DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC BACKING SYSTEM TO SUPPLY ELECTRIC ENERGY TO THE SAN JUAN INSTITUCION - SALLIQUE”**, provide electricity to Educational Institutions as a backup system. In this research the type of application-descriptive research will be used, in the educational institution, the sample will be taken using the non-probabilistic method. To do this, visits were made to the educational institution in order to collect information using a photovoltaic pyrometer to determine the solar radiation indexes. In addition, the data collection form, direct observation, was used. The data was collected through the application of a local survey destined, monthly expenditure of the hamlet and thus be able to determine the need for energy that is also required with the report of the energy consumption in the institution, in order to determine the demand and project the growth of it over time. The present research is viable, sustainable and guarantees a quality service for end users. The implementation of this project provides our future generations how to maximize the solar radiation and produce more energy and thus preserve the environ me

Keywords: Photovoltaic System, Electric Power Supply, solar panels.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial alrededor de 1 500 millones de personas no cuentan con electricidad según los cálculos de estimación de la Unión Europea. Son los elevados costos de instalación lo que no permiten que ciertas poblaciones se puedan conectar a mediano plazo a las redes públicas de distribución siendo así que surge como alternativa de generación los sistemas fotovoltaicos autónomos (SMA, 2009 p. 4).

Las ciudades serán cada vez más desamparadas y devastadas en los años venideros según estudios recientes, aumentando en un 44% la falta de suministro de energía eléctrica, siendo así que para el año 2030 se asume que se podrá suministrar la demanda de energía para el planeta completo considerando la ejecución de aproximadamente medio millón de kilómetros de paneles solares (Bohórquez, 2009 p. 21).

El recurso solar no es aprovechado en la actualidad, aunque según los cálculos estimados la energía que desprende el sol a la tierra en un solo día es suficiente para cubrir toda la demanda de energía eléctrica de todo un año. Desde el inicio de la generación eléctrica por energías alternativas la energía solar que se considera la fuente de vida y origen de las demás energías es limpia, gratis y además se considera inagotable debido al tiempo que durara en consistencia a la vida humana que es de millones de años, pero como se menciona esta forma de generación no es aprovechado en su totalidad debido a la baja eficiencia de la tecnología para la conversión de energía solar a energía eléctrica (Pereda y López, 2005 p.10).

En la actualidad la energía que tiene un incremento económico elevado es la energía eléctrica ya que reemplaza las carencias del sistema industrial, debido a su relación con propósitos no materiales y mejores niveles de vida.

En el Perú en el intervalo de años entre el 2008 al 2012 se tuvo una reducción en cuanto a la generación de energía eléctrica, en relación con el desarrollo del PBI

(Producto Bruto Interno), aunque se introdujo a la matriz energética dos centrales de ciclo combinado para el año 2012, en la actualidad están en funcionamiento tres centrales de ciclo combinado las que requieren de mayor inversión, pero resultan con una eficiencia más alta con el recobro térmico que se consigue en el mismo; el costo de kilowatts de energía eléctrica generada en centrales hidráulicas es hasta cuatro veces menos que el costos de kilowatts generado en centrales térmicas, debido a que el consumo de combustible para generar energía aumenta sus costos ampliamente resulta de mejora manera producir energía por medio de fuentes alternativas y renovales que están libres de contaminación (Pajuelo Mirella y Castro Jamiel, 2014 p. 6).

Las ciudades se enfrentan al aumento poblacional en ellas con un pronóstico de aumento en la población en las ciudades del 65% para el año 2050, lo que originara un aumento en la demanda de energía eléctrica tendiendo a originarse un problema para el abastecimiento de dicha energía si es que no se empiezan a tomar medidas rigurosas para la generación de dicha energía. La inversión en energías renovables en otros países para el 2015 alcanzó los \$ 330 mil millones que son el doble de lo invertido en el año 2008, en comparación de con la generación térmica esta inversión fue el doble, con respecto a la generación por centrales hidráulicas es cinco veces más y diez veces más de la inversión que se realizó en la energía nuclear. En comparación con estos países los importes utilizados son demasiados elevados para el ámbito peruano ya que el Perú tiene la oportunidad de realizar los mismos cambios con menos presupuestos debido a las condiciones geográficos y tanto climatológicas (Temboury Carlos, 2016 p. 5-8).

El aumento de artefactos eléctricos se origina siempre en las comunidades que tienen empleo de sistemas alternos de energía, esto genera un abuso en la batería ya que conectan demasiados artefactos llevando al acumulador a su carga mínima lo que conlleva a reducir su vida útil y perjudicar a todo el sistema (Delta Volt s.a.c, 2010 p.01).

Es determinante mencionar que toda generación de energía eléctrica debido a la transformación de una energía primaria debe considerar un impacto al medio ambiente teniendo en cuenta los cambios y efectos climáticos y en los ecosistemas del planeta

Con respaldo del censo de población y vivienda del 2007 se registra un estudio designado “Experiencias en electrificación rural fotovoltaica en Cajamarca” en el cual se muestra que la región Cajamarca tiene más del 75% de cobertura sin electrificación ya que solo el 32% pertenece al sector urbano y lo demás al sector rural. Teniendo un aproximado de 1 400 000 de habitantes es la región que tiene la mayor cantidad de población sin electricidad. Teniendo en cuenta que el 20% de frontera eléctrica ha sido el aumento significaría que cerca de 850 000 pobladores, lo que equivale a cerca de 170 000 casas aproximadamente no tienen el servicio de electricidad. En estas zonas donde no existe energía eléctrica la mayor parte de la población sigue utilizando el combustible llamado keroseno que es un derivado del petróleo de baja combustión siendo utilizado en mecheros o lamparines siendo estos muy contaminantes si se tiene en cuenta la cantidad de pobladores que los usan, además de utilizar velas de manera cotidiana, aunque estas duran menos. En pequeña proporción utilizan otras tecnologías como generadores diésel o lámparas a gas, con lo que logran obtener energía para iluminarse ya que los procesos administrativos y falta de proyectos por parte de los gobiernos locales y el gobierno nacional involucran en que sigan estando a expensas de los recursos mencionados para tener luz o energía. Aquí se puede realizar un contra punto comparando los recursos fósiles que son lo de más rápido acceso, pero de mayor contaminación al planeta y las energías renovables que son energías que no contaminan ya que no involucran la generación de gases de efecto invernadero y por ende el calentamiento global, otro punto a favor que tienen las energías renovables son ilimitado potencial por lo que a largo plazo los precios de generación de energía se vuelven menores (Delgado, 2004 p.10).

En el centro educativo San Juan de Sallique es una institución escolarizada suscrita en la UGEL de la provincia a la que pertenece, dan los servicios de educación secundaria y queda en la Avenida San Juan sin número

correspondiente en la Provincia de Jaén, esta institución en la actualidad cuenta con energía eléctrica pero según los índices de calidad de energía no tiene una calidad de servicio adecuada debido a los cortes constantes de energía eléctrica lo que limita proporcionar el servicio educativo ya que los cortes imprevistos son en varias ocasiones de 2 a 3 días.

Con respecto a esta situación la investigación de García (213) que título “Aplicación de la tecnología fotovoltaica flexible en un grupo de empresas del sector de la automoción” desarrollada en Barcelona menciona que en los últimos años la energía fotovoltaica ha tenido un desarrollo exponencial que se ha provocado debido al requerimiento de nuevos retos en el sector de generación de energías. En España sobre todo el desarrollo se ha dado debido al avance en los dispositivos de protección dirigidos a trabajar en conjunto con esta tecnología lo que ha logrado una expansión global en cuanto a la producción de tecnología fotovoltaica.

Durante finales del año 2010 la empresa European Photovoltaic Industry Association (EPIA) a nivel mundial la potencia acumulada fue del 40 000 MWp de los que el 72% de esta potencia está ubicada en la Unión Europea, con la espera que este crecimiento que se ha presentado en los últimos diez años prevalezca a nivel mundial. Con respecto a los datos de EPIA se establece que en el mundo las tres zonas de mayor conmoción en el desenvolvimiento de la industria fotovoltaica son en primer España y Alemania en Europa con más del 52% del total general de producción de paneles fotovoltaicos, En segundo lugar, se encuentra Japón que tiene un 9% de la producción global el cual abarca a 3.622 MW de potencia y por ultimo EEUU con el 6.08% que representa el 2.727 MW. De manera específica los países de acuerdo potencia producida con respecto a los demás países u considerando otros países de producción relevante tenemos hasta el 2010 a Alemania, Italia y Republica Checa con potencias de 7.408 MW, 2.321 MW y 1.490 MW respectivamente. Al 2010 el crecimiento del potencial instalado a nivel mundial también fue del 72% abarcando una potencia de 16 000 MW con respecto al año anterior, de esta potencia más de 13 240 MW que equivale prácticamente al 79% de dicha potencia se encuentra en la Unión Europea siendo

la parte más importante de este el mercado alemán con el 59% de la potencia de la Unión Europea. En otra instancia Japón para el año en mención logro una potencia instalada de 3.6 GW, en EEUU se alcanzó la instalación de casi 2.7 GW y en Italia hasta 3.4 GW que se convirtió en para el periodo 2009 a 2010 en el segundo potencial mundial en instalación de 0.711 y 2.321 MW correspondientemente, además que apareció en el mercado mundial China y la India con 520 MW y 30 MW respectivamente.

En la revista Energy Bp Statistical Review Of World (2012), se publicó un informe de la investigación “Diseño De Un Sistema Fotovoltaico Para El Suministro Eléctrico De Un Centro De Esparcimiento Ecológico En El Distrito De Huamanga Chico, Región Junín”, que fue presentado a la Universidad Alas Peruanas (UAP), en el cual menciona que las energías renovables son actualmente más contribuyentes de la matriz energética mundial resultado de la búsqueda del desplazamiento de la generación de energía por generación nuclear y por combustibles fósiles en cuatro zonas distintas como el calentamiento y enfriamiento, la generación de potencia, el transporte de combustibles fósiles y el servicio de suministro a zonas rurales para sistemas que no tienen unión a la red. Así se determina que para el año 2012 la capacidad de potencia instalada por energías renovables fue de 97 GW que equivale al 50% de la matriz energética, así al final del año la potencia instalada a nivel mundial logro llegar a 1320 GW.

La Dirección General de Electrificación Rural en su “Plan Nacional De Electrificación Rural (PNER) Periodo 2013 – 2022” prioriza que se debe utilizar generación fotovoltaica por medio de paneles solares en las zonas rurales sobre todo en las comunidades alejadas o fronterizas del país, este plan se generó debido a la falta de electrificación en las zonas rurales sobre todo para poder brindar el servicio de suministro de energía a los sectores comunitarios como locales comunales, establecimientos de salud e instituciones educativas además del sector domiciliario, la utilización de energías renovables resulta la mejor alternativa para generar energía a las localidad alejas del sector urbano como se menciona lo que lograría traer consigo a esas comunidades un desarrollo cultural, social, de inclusión y económico a todas las poblaciones que se encuentran en

territorios fronterizos. En este plan se considera a la implementación de cinco proyectos en la frontera, que beneficiarían 29 903 familias lo que sumaría entregar el servicio de energía a 2 197 locales comunales, 73 establecimientos de salud y 249 instituciones educativas.

Para el 2007 el MEM (Ministerio de Energía y Minas) público por medio del oficio PER/98/G31 el proyecto determinado “Electrificación rural a base de energía fotovoltaica en el Perú–II Etapa” que se financia por medio de recursos extranjeros de las Naciones Unidas para zonas en la selva del Perú en provincias de San Ignacio y Jaén del departamento de Cajamarca con 1550 Sistemas Fotovoltaicos Domiciliarios y 11 Sistemas Fotovoltaicos Comunales establecido para determinar el modelo de cobro mediante cuotas al mes.

El proyecto de inversión presentado por el MEM plantea un proyecto de ejecución titulado “Las Energías Renovables No Convencionales Contribuyeron A La Electrificación Rural En Perú” en el cual el jefe del DGER brinda el avance que se ha obtenido mediante la instalación de sistemas fotovoltaicos en el sector rural. Este proyecto se realiza bajo el marco de regulación del Plan de Electrificación Rural también planteado por la misma dirección que se estableció en el año 2006 para la zona de Vilcallamas en Puno, este proyecto que se elabora como un piloto para generar electricidad mediante energía fotovoltaica para que se puedan utilizar máquinas de esquila, coser, hilar, iluminación y demás maquinaria pequeña para talleres domiciliarios de producción textil bajo una potencia instalada máxima de 2 kW y con voltaje constante de 220 V en corriente alterna y bajo la concesión comercial de venta de energía a la empresa de la zona Adinelsa

En el año 2007 debido al marco de un proyecto con cooperación internacional se instalaron 4 200 sistemas fotovoltaicos domiciliarios en 166 poblaciones lo cual favoreció a pobladores de Loreto, Cajamarca, Pasco y Ucayali. Los sistemas fotovoltaicos domiciliarios también son manejado por la concesionaria Adinelsa que suministra energía con el régimen actual y el cobro se da con un 80% abastecido por el fondo de compensación que se establece por ley conocido como FOSE y el 20% restante es cubierto por el usuario de dicho sistema

fotovoltaico con una potencia instalada de 50W que suministra una carga a tensión de 12 V de corriente directa.

Jorge Suarez realizaron 28 proyectos de sistemas fotovoltaicos comunales en igual número para poblaciones en la Región de Amazonas en la provincia de Condorcanqui para cubrir la necesidad de energía eléctrica en para las edificaciones utilizadas para medios de comunicación como radio, locales de computadoras, iluminación ambiental para edificaciones de uso comunal, para cargar baterías en general y en algunos casos para la refrigeración de vacunas para edificaciones de salud. Los sistemas fotovoltaicos comunales tienen potencias variables hasta 3.8 kWp y desde 1.4 kWp con una tensión alterna de 220 V.

En la investigación “Sistema De Respaldo Energético Basado En Pilas De Combustible Para Hospitales” muestra que siendo la energía eléctrica indispensable para las prácticas de salud debido a la existencia de dispositivos y equipos eléctricos que requieren suministro constante de energía debido a su importancia y relevancia en las áreas de emergencias y de quirófanos, además de otras especialidades que también la requieren para desarrollar sus actividades, en el norte del Perú no se tiene un suministro constante de dicho servicio y existen localidades que si tienen el servicio este es de poca seguridad energética y de baja calidad de suministro lo que afecta en demasía las funciones de los hospitales. De ahí es por qué muchos hospitales recurren a la energía por combustión con pequeños generadores como sistemas de respaldo par cuando falte energía eléctrica aun siendo estos sumamente contaminantes no se logra evitar su uso ya que no son prescindibles para el hospital (Muñoz Córdova, 2017).

En los departamentos de la costa del país como la Lambayeque y la Libertad se encuentra la mayor concentración de los ingenios azucareros del país con la industrialización de la caña de azúcar las cantidades de residuos conocido como bagazo llegan a los 2 9910 000 de toneladas en el país (Informática, 2016), existe el desarrollo del antecedente de Muñoz Córdova (2017) que involucra la generación de energía a partir de pilas de combustible desarrolladas por la

gasificación de este residuo de la caña lo que se introduce al concepto de integración energética desarrollando ingeniería conceptual, incluyendo la valorización económica y técnica del sistema energético para conseguir la demanda de energía de todo el hospital. (Muñoz Córdova, 2017)

Almacenamiento de energía

Este trabajo tiene como objetivo conocer los diversos sistemas de almacenamiento de energía que están disponibles actualmente y poder realizar un análisis de los mismos correspondiente a sus costos, funcionalidad, viabilidad, líneas futuras y aplicaciones. En conjunto se analizara el problema actual de la energía, las micro redes y la relaciones que existe entre los sistemas que se utilizan para almacenar energía (Martín Chicharro, 2016)

La energía solar

El sol es un astro de gran tamaño en comparación con la tierra este es una estrella compuesta de gas con un radio de casi 700 mil kilómetros (Beltrán y Cahauana, 2013 p. 44).

Debido a que la gran fuerza de gravedad que ejerce el sol y a la temperatura de casi 16 millones de grados en el interior de la estrella, 2 átomos de hidrogeno se fusionan formando un solo átomo de helio el cual tiene menor masa que la suma de las masas de los dos átomos de hidrogeno recordando la fórmula más conocida del físico Albert Einstein donde la energía es igual a la masa por la velocidad al cuadrado la masa que se perdido durante la fusión se convierte en energía. La temperatura en la fotosfera del sol que es la capa exterior llega a ser en promedio 5 780 grados Kelvin esta es la parte del sol que se puede ver desde la tierra. La temperatura se toma en grados kelvin que es una escala de temperatura que considera el cero absoluta es decir que no puede haber elementos más fríos que este límite este cero absoluto obedece a -273°C . (Sánchez, 2013 p. 42). Viendo la energía solar desde el punto de vista del ser humano es una energía ilimitada (Beltrán y Cahauana, 2013 p. 44).

La dificultad de aplicar este sistema es que esta energía no puede acumularse de manera directa y llega hasta la tierra disipadamente ya que los fotones de luz interactúan con la atmosfera, aun así, la energía solar, aunque disipada es muy importante para el ser humano ya que utiliza sistemas fotovoltaicos para generar energía eléctrica de la luz solar y utiliza procesos térmicos para generar calor de la energía térmica enviada en la radiación solar (Beltrán y Cahauana, 2013 p. 44).

Cuando hablamos de energía solar deben considerar dos diferencias muy claras en cuanto a la comparación con energías convencionales la primera de ellas es la llamada como dispersión, esta característica es debido a que la energía fotovoltaica tiene una densidad energética muy pequeña en comparación con otras energías esta alcanza casi 1 kW/m² lo que significa que requiere de gran área terrestre para captar la energía suficiente y producir cantidades de energía utilizable, la otra característica es al intermitencia, esto es debido a que la energía solar no se da en todo el día solo durante la mañana y parte de la tarde hasta el anochecer así que se necesita sistemas apropiados para almacenamiento que puedan permitir la utilización de energía durante las horas que no existe luz solar (Hom, 2006 p. 1).

El sol es una estrella de muchos atributos y muy importante para la raza humana tiene una potencia aproximada de 4×10^{26} watts, arroja 5.5×10^{24} joule al año de energía que llegan a la tierra, a la atmosfera terrestre llega una irradiancia de 1.38 kilowatts por metro cuadrado y de estos solamente 900 watts por metro cuadrado, el recurso solar es uno de los recursos de mayor relevancia para prácticamente todo el territorio peruano (Hom, 2006 p. 2).

En el Perú en la mayor parte de sus localidades la disposición de energía solar que tienen tiene suficiente demanda o es regular en todo el año en comparación con la de otros países, esto hace que el uso del recurso sea un aspecto muy interesante.

De manera general se tiene un promedio al año de 5 a 6 kWh/m² en la región selva y en la costa de 4 a 6 kWh/m² este promedio aumenta en dirección de norte a sur, como se puede notar en la unidad de medida de la radiación solar depende del área donde incide y es suficiente pocos metros cuadrados para cubrir las necesidades de iluminación y otras de poca demanda de las familias peruanas. (Hom, 2006 p. 1).

Los problemas que presentan los sistemas fotovoltaicos para generar energía eléctrica a partir de la energía solar es el costo de instalación que debe ser aceptable a la medida que se requiere la energía (Hom, 2006 p. 1).

La tecnología fotovoltaica consta de superficies formadas por materiales semiconductores que se agrupan para formar superficies pequeñas que se denominan celular fotovoltaicas que en la mayoría de casos utiliza el silicio como base para dicho material semiconductores, estas se revisten de vidrio transparente para proteger y permitir que la radiación incida en cada célula de manera proporcionada para disminuir las pérdidas lo mayor posible, estas células se unen para formar paneles que se unen para formar los campos solares (Sunedison y Gálviz, 2010 p. 29).

Estos módulos solares fotovoltaicos tienen un promedio de vida de 30 años aproximadamente hasta los 25 años cuentan con una eficiencia de funcionamiento de 80% aunque actualmente se siguen realizando investigaciones para aumentar tanto su eficiencia como su prolongación de la vida útil (Sunedison y Gálviz, 2010 p. 29).

Efecto fotovoltaico

Este efecto se origina cuando la célula solar absorbe un fotón de la luz solar y este al ser absorbido por el material semiconductor se libera un electrón, debido a que el material está conectado a conductores eléctricos este guía el electrón para ser utilizado como corriente eléctrica (Orbegoso y Sagahon, 2012 p. 11).

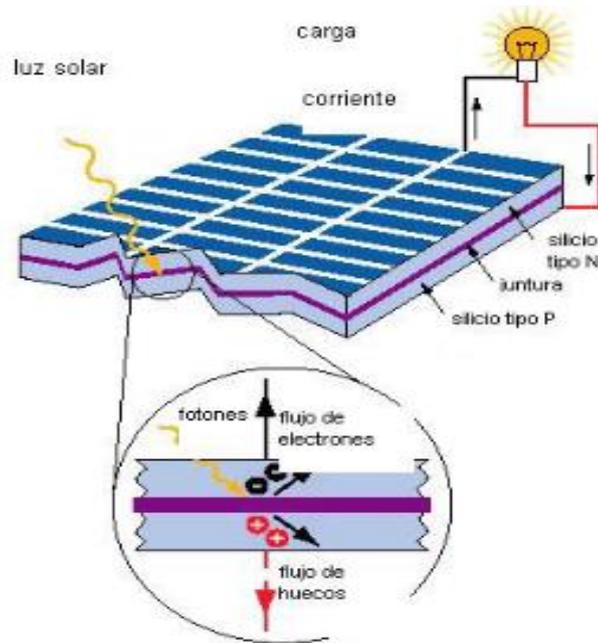


Figura 1.- Esquema de efecto fotovoltaico

El principio fotovoltaico fue descubierto en primera instancia por el profesor W. Grylls en 1870 en compañía de su estudiante R. Evans Day, estos observaron el efecto cuando la luz solar cuando incidía sobre el selenio, ellos demostraron que se creaba una corriente eléctrica cuando la luz incidía sobre el material semiconductor y denominaron a este fenómeno como como fotoeléctrica (Pep Puig, 2007 p.02).

Los primeros módulos fotovoltaicos denominados como fotoeléctricos en ese entonces fueron creados por Charles Fritts en 1885 utilizando el selenio como material semiconductor sobre un soporte de metal para darle rigidez y lo cubrió con una capa muy fina de oro transparente. Estos modelos fabricaos por Fritts se enviaron a Werner Von Siemens que los presento ante la Real Academia de Prussia presentándolos como módulos americanos y declarando que es la primera vez que se tiene la evidencia de la conversión de energía solar en eléctrica de manera directa (Pep Puig, 2007 p.02).

Los sistemas solares fotovoltaicos aislados.

Este recibe el nombre de sistema fotovoltaico autónomo debido que es un sistema que convierte la luz solar en energía eléctrica de acuerdo a un requerimiento energético establecido, el sistema al convertir la energía solar fotovoltaica en energía eléctrica la almacena en baterías de manera directa desde la generación debido a que la energía que se genera en los módulos es energía en corriente continua que normalmente se entrega en 12, 24 o 48 voltios aunque actualmente la variedad de voltajes es amplio (Orbegoso y Sagahon, 2012 p. 12).

Componentes de un sistema fotovoltaico aislado.

a) Estructura de soporte

Es la estructura que soportara el panel solar debe ser considerada de acuerdo a cada proyecto que se realiza debido a que obedece a las condiciones del clima, la exigencias propias de cada proyecto y la aplicación que se le da, existen casos en que el soporte puede ser móvil este tipo de soporte cuenta a veces con seguidores solares mientras que el otro tipo de soportes más comunes son los fijos que se mantienen en una sola posición todo el año ambos tipos tienen sus pro y contras el fijo cuenta con una eficiencia pobre debido a que en ciertas horas del día estará a un ángulo de menor eficacia con respecto al sol pero no requieren mantenimiento especial mientras que los móviles siempre podrían variar su ángulo para lograr tener el ángulo más adecuado y lograr mejorar la eficiencia del panel durante todo el día pero a diferencia de los fijos estos si requieren un mantenimiento más complicado y costoso debido a las partes móviles que involucra (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 20).

b) Módulos fotovoltaicos

Es un panel que está compuesto por un conjunto de varias células solares que se conectan en paralelo o en serie para adaptar al panel a niveles de corriente y

tensión correspondientes, las células fotovoltaicas tienen en lo general tensiones alrededor de los 0.5 V. Estas pueden ser de tres tipos según su fabricación o de cómo se cristaliza el silicio que es el elemento más común en paneles fotovoltaicos el primero y el de más calidad es el monocristalino que muestra una estructura ordenada y cristalina es el de mayor eficiencia y mejor desenvolvimiento durante toda la vida útil del panel, el siguiente es el policristalino este presenta una estructura conformada por varios cristales de ahí es donde desprende su nombre este es de menor eficiencia que el monocristalino y por último el amorfo que tiene un desorden enorme de los cristales que lo forman y varios defectos internos estructurales con respecto a la combinación química que lo forma (Pareja y Sagahon, 2010 p. 13).

c) Regulador de carga

Este tiene la función especificada en su nombre es un dispositivo que regula la carga de la batería ya que esta no debe sobrepasar y estar por debajo de la carga nominal el regulador dirige la corriente generada por el panel a la batería y abre el circuito cuando la batería está completamente cargada ya que al llegar a una carga del 100% la batería no debe seguir cargándose por lo que genera la disminución de vida útil de la batería y además provoca que se generen gases, además impide la sobre descarga de la batería ya que esta al estar descargada no debe seguir descargándose es decir no debe seguir suministrando corriente esto también provoca una disminución de la vida útil del dispositivo así mediante el regulador se logra extender lo mayor posible la vida útil de la batería. (Pareja y Sagahon, 2010 p. 14).

d) Acumulador o batería

En un sistema fotovoltaico autónomo la energía que se genera no es consumida directamente esta es almacenada debido a que el sistema debe proporcionar energía tanto en el día como en la noche y además durante todos los días no solo en los días de mayor radiación (Pareja y Sagahon, 2010 p. 14).

El agregar al sistema fotovoltaico un banco de acumuladores se establece para mejorar la disponibilidad del sistema con los cuales se logra que el sistema pueda ser independiente de la radiación solar para entregar energía a la carga que se le conecta, establecer en el sistema un tiempo de autonomía total sin dependencia del sol para entregar energía, lograr que el sistema entregue mayor características eléctricas que la nominal en ciertos intervalos de tiempo y estabilizar las tensiones para elementos de consumo durante periodos continuos, dicho esto los acumuladores deben tener una constante especificación para resistir ciclos continuos de descarga y carga (Pareja y Sagahon, 2010 p. 14).

Cuando se utilizan relés para la reposición automática de la carga debe tener intervalos hasta de 5 minutos, así también las tensiones de alarma desconexión y reconexión es de más y menos del 5% así como de más o menor 10 mV por celda o 60 mV por batería de 12 voltio, las cajas de distribución deben tener un grado de protección IP mínimo de 32 (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 22).

e) Convertidor

Este dispositivo se encarga de cambiar la tensión que se entrega de corriente continua a corriente alterna o viceversa con las características adecuadas que requiere la carga para funcionar (Pareja y Sagahon, 2010 p. 15).

Estos dispositivos son dependientes de las características de la carga aunque se dijo que se utilizan para convertir corriente continua en alterna o viceversa se dan casos que también se usan entre corrientes del mismo tipo es decir cc/cc y ca/ca en las instalaciones fotovoltaicas los de mayor utilización son los convertidores de cc/cc cuando la carga está alimentada en corriente continua o cc/ca cuando se alimenta de corriente alterna a este último tipo se le llama normalmente inversores los otros dos tipos no son utilizados en sistemas de fotovoltaicos ya que la energía generada es directamente corriente directa. (Pareja y Sagahon, 2010 p. 15).

Los inversores son elementos que transforman la energía de corriente continua en corriente alterna estos son equipos que por medio de electrónica permiten la conmutación en los sentidos de la corriente logrando alternar las direcciones de corriente formando o entregando corriente alterna como resultado, estos se aplican en instalaciones aisladas y deben ser independientes de cualquier fuente de energía exterior (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 25).

Según las especificaciones técnicas en el reglamento “Especificaciones técnicas y ensayos de los componentes de sistemas fotovoltaicos hasta 500 Wp”, se debe tener en cuenta la extensión armónica total en proporción al voltaje RMS fundamental debe ser inferior 5% en la resistencia del inversor, la periodicidad nominal de la corriente alterna que produce el elemento debe estar en un intervalo entre más o menos del 5% del valor, el IP de protección de la caja del inversor debe ser de una grado mínimo de 54, debe ser capaz de ofrecer de manera continua la energía en las condiciones requeridas por la carga y la instalaciones (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 25).

Al ser un dispositivo que utiliza energía requerida tomar esa energía de la que va a convertir de cc a ca a esta característica se le denomina autoconsumo este no debe ser mayor al 2% de la potencia que corresponde a la salida del inversor, con lo que también se establece que las pérdidas en el inversor sumadas a las del autoconsumo no deben exceder el 5% del consumo diario de la carga (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 26).

Además tiene que tener la capacidad de mantener su funcionamiento cuando se presente tensiones fuera del rango de operación, la desconexión de la batería sea interpuestos, el contacto de la salida se apertura de forma irregular y las sobrecargas que sean mayores a la carga determinada establecida bajo límites tolerados, como medida final se debe tener que el lugar de ubicación del inversor (caja donde se ubicara la tarjeta electrónica) debe ser de material inoxidable o si no se cuenta con este material debe ser pintado al horno y arenado antes de esto, debe ser pintado con doble base de pintura anticorrosiva epoxica o alguna parecida (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 26).

f) Cables

La elección de los cables como en toda instalación eléctrica deben ser convenientes a las características de la instalación ya que deben contar con el aislante correcto debido a las condiciones ambientales donde va a trabajar y además de la protección mecánica que requiere (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 19).

Los procedimientos para selección de cables para instalaciones fotovoltaicas deben obedecer a la normativa peruana tanto las NTP (Norma Técnica Peruana) como el CNE (Código Nacional de Electricidad), en los cables para instalaciones eléctricas fotovoltaicas se debe tener una caída de tensión del 3% para a conexión del campo solar al regulador de carga, entre la batería y el regulados debe ser menor al 1% y menor al 5% para los cables que conectan el regulador de carga con las cargas o el inversor si se usa el componente, estos porcentajes deben ser calculado en la condición de máxima corriente de salida. Además debe de cumplirse con la normativa internaciones IEC 60811: "Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos" para los cables no tienen protección mecánica y son expuestos. (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 19).

g) Elementos De Protección

La protección de estos sistemas se presentan en cada dispositivo electrónico como el regulador y el inversor de manera interna pero se pueden utilizar también dispositivos externos para reafirmar la protección de la instalación estos pueden ser dispositivos de desconexión térmicos como relés o fusibles, también se puede utilizar para resguardar de sobre tensiones para la corriente alterna y corriente continua utilizando dispositivos electrónicos como diodos, los fusibles deben tener una tolerancia de corriente máxima del 50 al 80% de la capacidad nominal del fusible (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 20).

h) Tablero De Transferencia

Este es el dispositivo se utiliza para realizar la transferencia entre dos fuentes de energía tomando una como secundaria que ingresa trabajar por medio de este tablero cuando la fuente de energía primaria se desconecta (Valdiviezo Paulo, 2014 p. 20).

DIMENSIONAMIENTO DE LOS SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS.

El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se basa en que se tenga un sistema de generación suficiente para abastecer de energía a una cantidad puntual de carga durante un tiempo determinado (Orbegoso y Sagahon, 2012 p. 16).

Cuando se realiza un sistema fotovoltaico para lugares rurales o aislados en los cuales no se tiene un sistema auxiliar de respaldo, se debe tener una confiabilidad muy alta por parte del sistema fotovoltaico al ser un sistema se entiende que tiene varios componentes que lo forman por lo que la confiabilidad de cada componente suma a la confiabilidad de todo el sistema el método que se debe utilizar es el de balance de energía (Orbegoso y Sagahon, 2012 p. 16).

$$Eg = Ec + PFV$$

donde:

- Eg : Energía generada
- Ec : Energía consumida por la carga
- PFV : Perdidas de energía en el sistema fotovoltaico

SISTEMA DE RESPALDO

Estos son sistemas que se utilizan para dar un respaldo de energía a los sistemas que se instalan para desarrollar una función o actividad, de forma particular estos sistemas generan un suministro de energía de manera continuo y este debe seguir aunque la fuente principal de energía se desconecte por lo que las actividades que se realizan con dicho sistema deben contar con suministro de energía perenne y confiable por lo que un sistema de respaldo permite que todo el

sistema siempre tenga la capacidad de brindar energía aun si la fuente principal se detiene (Ministerio de Energía y Minas).

La formulación del problema se establece como la siguiente pregunta: ¿Es factible diseñar un sistema de respaldo fotovoltaico para mejorar el abastecimiento de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan – Sallique?

La investigación desarrollada de manera teórica está dirigida a establecer un sistema de respaldo a la edificación de la Institución Educativa San Juan teniendo en cuenta que en la zona se genera una radiación solar adecuada que puede utilizarse como fuente de energía limpia y renovable con un alto rendimiento pues al provenir del sol esta no se agota hasta que el sol deje de irradiar energía a la tierra, este tipo de energía se llama limpia por que no utiliza ninguna sustancia contaminante que produzca daño al medio ambiente, además de manera indirecta ayuda a disminuir la generación térmica que se realiza por medio de combustibles fósiles los cuales tienen un impacto muy nefasto para el medio ambiente, el utilizar energías limpias ayuda a que la gente cambie la mentalidad en cuanto a generación de energía y les da el enfoque que toda acción debe ser consecuente y adecuada para trabajar sin daño al medio ambiente. La justificación metodológica se da debido que la investigación desarrollada apoyara a otras investigaciones que tengan relación con el diseño de sistemas fotovoltaicos, además de los que tengan involucrado dentro de ellos el aprovechamiento de los recursos solares en el concepto de generación de energía. La justificación técnica radica en que al contar con un sistema fotovoltaico diseñado en base de la radiación solar se logra una mejoría en el uso de los recursos primarios de la naturaleza. La justificación económica se da debido a que si se involucra la realización de un proyecto de inversión en base a los resultados de la investigación desarrollada se podrán crear puestos de trabajo para la gente de la zona que podría ingresar como mano de obra no calificada además durante la utilización de la energía la entidad educativa dejara de utilizar recursos fósiles para la generación de energía, además mejorar la calidad de vida de las familias aumentando el ingreso de estas debido a que se abrieron nuevos comercios y se podrá desarrollar vida nocturna en la zona. De manera ambiental la justificación se da justamente

porque por medio de la producción de energía solar a partir de sistemas fotovoltaicos se podrá aumentar la generación por parte de energías renovables en la matriz energética peruana además que la generación fotovoltaica se considera como la generación de energía limpia.

La tecnología que se utiliza para los sistemas de generación de energías limpias logran realizar un impacto positivo al medio ambiente al no producir emisiones de GEI (gas de efecto invernadero), ahora el poder aprovechar este beneficio de la mejor manera depende de los dispositivos a utilizar, lo tipos de emplazamiento que corresponde de manera diferente a cada proyecto realizado y la gestión que se realice para concluir el proyecto. Las GEI durante la vida útil de un sistema de generación de energía limpia son de mucho menor proporción que las GEI de sistemas de generación por medio de combustibles fósiles teniendo estos aun los sistemas de almacenamiento y captura de dióxido de carbono, estos valor para las energías limpias están comprendidas entre los 4 a 46 gramos de CO₂ eq/kWh y para la generación por medio de combustibles fósiles los rangos se encuentran entre 469 y 1 001 gramos de CO₂ eq/kWh sin contar las emisiones que se generan debido al cambio de rutina de la tierra, además de estos la inversión sobre la generación de energías renovables ayudara a aumentar la atención de las empresas públicas y privadas hacia estos sistemas que serán muy útiles para apoyar en el suministro de energía y ayudar a la conservación del cuidado del planeta y del medio ambiente

La hipótesis en la cual se basó esta investigación fue

“Si factible diseñar un sistema de respaldo fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan – Sallique”

Con esta investigación se logró el siguiente objetivo general que fue

Diseñar un sistema de respaldo Fotovoltaico para abastecer de energía eléctrica a la Institución Educativa San Juan – Sallique.

Se establece que se logró debido a que se desarrolló y consiguió todos los objetivos específicos que fueron: Calcular la demanda energética eléctrica de la Institución Educativa San Juan – Sallique; Evaluar el potencial solar fotovoltaico

en la zona aledaña a la Institución Educativa San Juan – Sallique; Diseñar el sistema de respaldo de energía eléctrica fotovoltaica para la Institución Educativa San Juan – Sallique y realizar la evaluación económica del sistema de respaldo de energía eléctrica fotovoltaica.

II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

La investigación

La investigación que se muestra en este documento se realizó como una investigación No Experimental ya que es una investigación que no maneja ni manipula la variable independiente para generar cambios en la variable dependiente y así conseguir datos sobre la investigación, esta investigación se desarrolló observando los fenómenos o variables de estudio tal y cual son en su estado natural para después estudiarlas

.

Según Tamayo (2007 p. 10) en el capítulo III de su publicación denominado Marco Metodológico determina que el diseño descriptivo es la descripción del fenómeno como análisis del entendimiento de la composición, procesos y naturaleza llevados en un registro de la realidad que ocurre; la fundamental característica de este tipo de diseños es la correcta interpretación de la realidad del sujeto de análisis.

Esta clase de estudio normalmente da detalles de eventos o situaciones de ciertas variables de estudio, visto de otra manera, muestra cómo actúan, lo que son y cómo se comportan. El estudio descriptivo intenta dar la declaración de características de interés sobre grupo, personas, comunidades o de algún otro fenómeno que se tenga o requiera para el análisis (Fernández y Hernandez, 2010 p. 46).

2.2. Variables Operacionalización

Variable independiente : Sistema de respaldo de Energía Eléctrica Fotovoltaica

Variable dependiente : Calidad de energía del sistema eléctrico

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable Independiente. Sistema de Respaldo de energía eléctrica fotovoltaica.	Es un conjunto de elementos que se utiliza para brindar respaldo a una fuente de energía primaria por energía fotovoltaica	Se utiliza para garantizar el suministro de energía eléctrico de la Institución Educativa San Juan – Sallique	Demanda de Energía Energía Tiempo de Abastecimiento	KWh KW Hora
Variable Dependiente. Calidad de energía del sistema eléctrico	Son las características necesarias que debe tener la energía eléctrica para que se pueda utilizar sin causar inconvenientes	Control de los parámetros en el suministro de energía eléctrica en la Institución Educativa San Juan – Sallique	Energía Voltaje Amperaje	KW V A

2.3. Población y muestra

Población.

La población de esta investigación fue:

.

La demanda de Energía de la Institución Educativa San Juan – Sallique
Radiación solar en el centro poblado Sallique

La muestra de esta investigación de delimito por el tiempo fue:

.

La demanda de Energía de la Institución Educativa San Juan – Sallique en el año
2019
Radiación solar en el centro poblado Sallique en el año 2019

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

En la presente investigación se utilizó como técnicas e instrumentos los siguientes:

TÉCNICAS	OBJETIVO	INSTRUMENTOS
Observación	.Realizar mediciones en la misma institución educativa San Juan en Sallique para recoger datos de primera fuente para su análisis en la investigación	Ficha de consumo de energía Ficha de radiación solar
Revisión Documentaria	Revisar antecedentes y catálogos para recoger datos establecidos que permitan la selección y cálculo de los dispositivos que requiere el sistema.	Ficha de revisión documentaria

Instrumentos para la recolección de datos

Ficha de Consumo de Energía: con este instrumento se registró las cargas eléctricas que existen en el centro educativo San Juan y se determinó la potencia instalada del lugar también se logró ubicar dentro del transcurso del día el tiempo y el momento que se utiliza cada carga con lo que se pudo determinar la máxima demanda de potencia de la institución y además el consumo máximo de energía por día. En la ficha se estableció tres partes donde se colocó la ubicación del lugar como coordenadas GPS, después los datos generales de la institución y evaluador y por último el detalle de los registros de potencias y consumos de energía.

Ficha de Registro de radiación: Con este instrumento se tomará anotaciones de las medidas de la radiación solar que existe en la ubicación de la investigación, para poder así determinar la cantidad de energía fotovoltaica por unidad de área que emite el sol y se pueda transformar en energía eléctrica por el sistema fotovoltaico que se diseñó.

Ficha de Revisión Documentaria: Este instrumento se utilizó para recoger datos como factores de pérdidas de antecedentes que realizaron investigaciones de este tipo para el sistema fotovoltaico durante el cálculo de sus elementos y las características técnicas de los elementos que se seleccionaron para justificar esta selección.

Confiabilidad.

En esta investigación la confiabilidad la brinda los datos que se obtuvieron de antecedentes y proyectos ya realizados por investigaciones en este tema así se menciona en todo momento la fuente de donde proceden para establecer lo confiable que son los datos obtenidos, a esta cita se le agrega el año de publicación y la página de donde se obtiene la información para su constatación.

Validez.

La validez de los instrumentos de recolección de datos y de los datos obtenidos se estableció por el análisis y aprobación de profesionales en Ingeniería Mecánica Eléctrica especialistas en temas fotovoltaicos.

2.5. Método de análisis de datos

El análisis de datos se realizará mediante las operaciones que el investigador establecerá para concretar los cálculos y lograr conseguir cada objetivo específico que se planteó en este estudio. El recojo de datos y algunos análisis no se establecieron de manera tajante ya se enfrentó a ciertos problemas preliminares durante dicho levantamiento y análisis que produjeron cierta diferencia en cuanto a la planeación de las actividades. Y aun teniendo en cuenta estos problemas se previno estos aspectos para realizar un análisis correcto en referencia a cada hipótesis que se formuló ya que son estas hipótesis las que dan la condición durante la fase de recolección de datos. El método que se utilizó para analizar los datos en esta investigación fue la estadística descriptiva con la cual se analizó todos los datos recogidos por las fichas de observaciones directa y las fichas de análisis de documentos

2.6. Aspectos éticos

En cuanto a los aspectos éticos en esta investigación se respetó en todo momento la ética profesional establecida por el Colegio de Ingenieros del Perú donde se pronuncia en el código Ontológico que el ingeniero debe ser una persona ética y moral en el desempeño de sus funciones, así se estableció en primera instancia el citar todos los datos obtenidos por otros autores respetando así los derechos de autor, además que se respetó la confianza que se depositó en el tesista ya que los datos no se utilizaron en ningún momento o en ningún aspecto para dañar la imagen de la institución educativa o de las autoridades correspondientes.

III. RESULTADOS

3.1. Calcular la demanda energética eléctrica de la institución educativa San Juan – Sallique

Para determinar la demanda de Energía Eléctrica de la Institución Educativa San Juan – Sallique, que va a ser suministrada por nuestro sistema de respaldo fotovoltaico, recurrimos a verificar cuales son las áreas críticas, siendo estas:

- Las Salas de Computo
- Dirección

En virtud a ello calculamos la Potencia Instalada, la Máxima Demanda y la Energía a suministrar, tal como lo mostramos en la siguiente tabla:

Tabla 1: Potencia Instalada, Máxima Demanda y Energía de las Salas de Cómputo y Dirección

EQUIPO	CANTIDAD	POTENCIA	POTENCIA TOTAL	F.S	MAXIMA DEMANDA	Tiempo	ENERGÍA ACTIVA
		kW	kW		kW	h	kW-h
Equipos de Computo	40	0,065	2,6	1	2,6	2	5,2
Proyectores	2	0,210	0,42	1	0,42	0,5	0,21
Lamparas LED	16	0,007	0,112	0,5	0,056	1	0,056
Impresora	1	0,600	0,6	1	0,6	2	1,2
TOTAL			3,732		3,676		6,666

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro anterior podemos determinar que la Potencia Total a suministrar es de 3,732 kW y la Energía Activa Diaria consumida es de 6,666 kW-h. Con estos datos realizaremos el diseño del Sistema de Respaldo Fotovoltaico.

3.2. Evaluar el potencial solar fotovoltaico en la zona aledaña a la institución educativa San Juan – Sallique.

La radiación solar en la zona se determinó mediante un protocolo de medición establecido por el propio investigador el cual utilizo como datos de registro la fecha y hora de la medición en el lugar donde se establece la ubicación del campo solar compuesto con el conjunto de paneles solares.

Las mediciones se tomaron en dos meses (junio y julio). Se realizó tres mediciones por semana durante 12 horas cada vez que se iniciaba la hora. Para la toma de medidas se utilizó un Solarímetro el cual es de uso manual se establecen las especificaciones en el Anexo número dos. Las medidas que se tomaron se procesaron por medio de una distribución de Weibull para determinar la radiación promedio diaria de la zona en mención.

Mediciones:

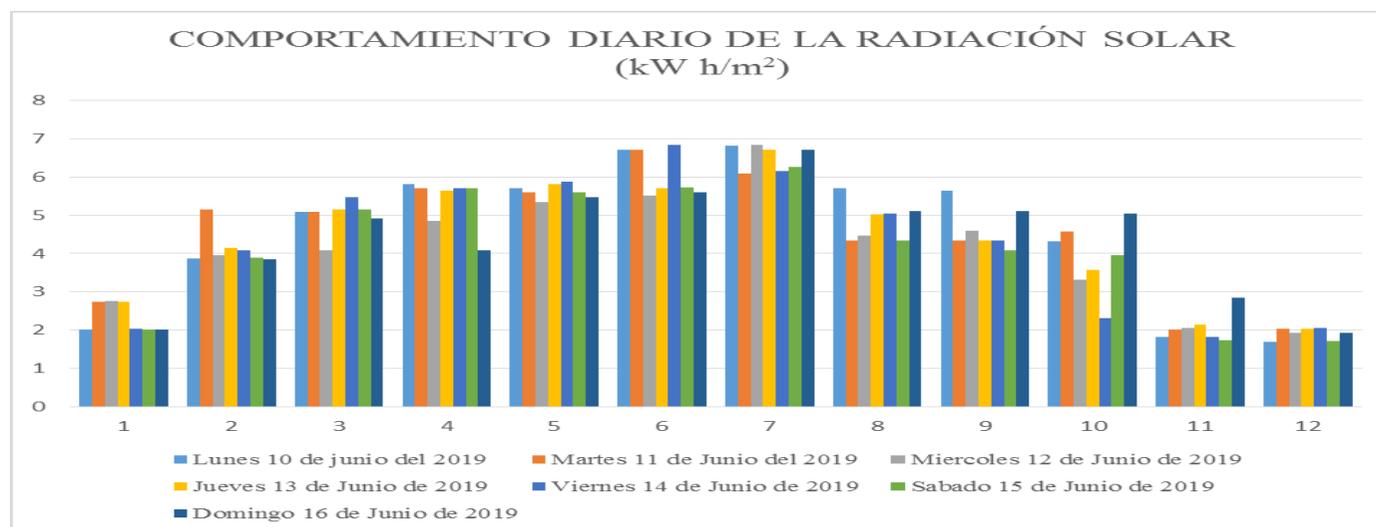
Las mediciones se realizaron los días viernes, miércoles y lunes en el transcurso de los meses mencionados y se tuvo la siguiente relación de medidas

Tabla 2: Datos de la Radiación Solar obtenidos con el Solarímetro

COORDENADAS	RADIACION SOLAR (k Wh/m ²)											
	COORDENADA GMS WGS84 ZONE 17S											
FECHA/HORA	5°39'21" S 79°18'58" W											
	07:00	08:00	09:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00
Lunes 10 de junio del 2019	2,01	3,88	5,09	5,82	5,71	6,71	6,82	5,71	5,65	4,31	1,83	1,69
Martes 11 de Junio del 2019	2,73	5,16	5,09	5,7	5,6	6,72	6,09	4,34	4,35	4,57	2,01	2,04
Miercoles 12 de Junio de 2019	2,76	3,96	4,08	4,86	5,34	5,52	6,85	4,47	4,6	3,32	2,05	1,92
Jueves 13 de Junio de 2019	2,73	4,14	5,16	5,65	5,82	5,71	6,71	5,02	4,34	3,58	2,13	2,04
Viernes 14 de Junio de 2019	2,03	4,09	5,48	5,71	5,88	6,85	6,16	5,04	4,34	2,31	1,83	2,05
Sabado 15 de Junio de 2019	2,01	3,9	5,16	5,7	5,6	5,74	6,26	4,35	4,08	3,95	1,74	1,72
Domingo 16 de Junio de 2019	2,01	3,84	4,92	4,09	5,48	5,6	6,72	5,11	5,12	5,04	2,84	1,93

Fuente: Elaboración Propia

Gráfica 1: Comportamiento Diario de la Radiación Solar (kW h /m²)



Fuente: Elaboración Propia

Determinación para los parámetros de Weibull

Las medidas que se tomaron se establecieron según la frecuencia de ocurrencia a lo que llamamos distribución de frecuencias, determinado en número de horas por día y por mes para determinar el potencial solar. la frecuencia de los datos se estableció en un orden de espacio de 1 kWh/m², iniciando en 0 kWh/m² de tal manera que se determinó el porcentaje de cómo se comporta la radiación solar sobre la superficie horizontal para cada intervalo.

En la tabla 3 se puede observar cómo se registraron la radiación solar obtenida, de manera consecutiva se generó la tabla 4 con lo que se logró una mejora parametrización de los datos y lo que permitió determinar la frecuencia de la radiación óptima para generar energía a partir de la radiación solar

Tabla 3: Distribución Acumulada y Distribución de Frecuencia

RANGO MAXIMO (kWh/m ²)	RANGO MINIMO (kWh/m ²)	OBSERVACIONES	DIST. DE FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMALADA (fa)
1	0	0	0	0
2	1	7	0,083333333	0,083333333
3	2	15	0,178571429	0,26190476
4	3	8	0,095238095	0,357142857
5	4	16	0,19047619	0,547619048
6	5	28	0,333333333	0,880952381
7	6	10	0,119047619	1
		84		

Fuente: Elaboración Propia

Se obtiene la siguiente grafica de la tabla 3:

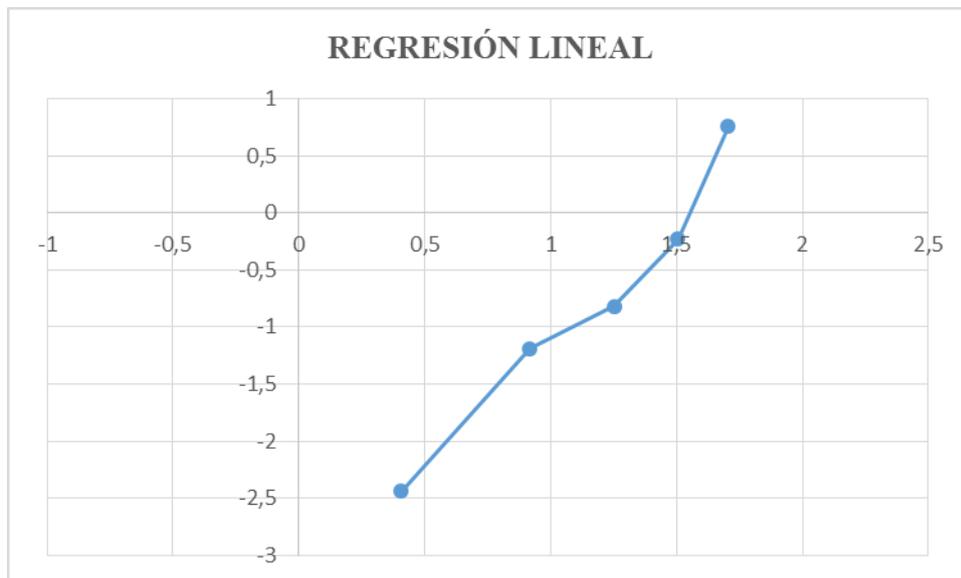


Figura 2.- representación de la Regresión Lineal

Fuente: Elaboración Propia

En la recta se genera la ecuación $y = ax + b$, tabulando los valores de y se tiene:

Tabla 4: Valores para obtener la ecuación de la recta

RADIACION PROMEDIO	DISTRIBUCIÓN ACUMULADA
$x=\ln(v)$	$y=\ln(-\ln(1-F(v)))$
-0,693147181	
0,405465108	-2,441716399
0,916290732	-1,191772815
1,252762968	-0,816823857
1,504077397	-0,231641256
1,704748092	0,75529145
1,871802177	

Fuente: Elaboración Propia

La ecuación obtenida de la gráfica generada por los datos de la tabla 3 es:

$$y = 2,460593949 x - 3,43940139$$

en esta ecuación se identificaron los parámetros b y β que son el punto de corte del eje "y" y el parámetro de forma respectivamente siendo ambos parámetros adimensionales, después se calculó el valor de escala en las unidades de radiación que se están utilizando (θ)

Datos:

$$\beta = 2,460593949$$

$$b = -3,43940139$$

$$\theta = e^{-\left(\frac{b}{\beta}\right)} = 4,066870345 \text{ kW} - \text{h/m}^2$$

La radiación media (θ) se halló con el valor de beta (β) y el valor de la función Gamma (Γ).

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

$$\theta = 4,846655654 \text{ kWh/m}^2$$

La función Gamma puede ser aproximadamente con la siguiente tabla:

Tabla 5: Valores de Radiación Media, Gamma para diferentes valores de Beta (β)

$$\Gamma\left(1 + \frac{1}{k}\right) = \frac{\bar{v}}{c}$$

β	Γ
1.00	1.21
1.25	1.09
1.50	1.00
1.60	0.98
1.70	0.96
1.80	0.94
1.90	0.92
2.00	0.90
2.10	0.89
2.20	0.88
2.30	0.86
2.40	0.85
2.50	0.84
2.60	0.83
2.70	0.82
2.80	0.81
3.00	0.80
3.50	0.78
4.00	0.75
4.50	0.74
5.00	0.72
5.50	0.71

Fuente: Elaboración Propia

Se tabulo el valor de Γ en 0,85 para un valor de $\beta = 2,46$ con lo que se llega a una radiación media de 4.85 kWh/m².

3.3 Diseñar el sistema de respaldo de energía eléctrica fotovoltaica para la institución educativa San Juan Sallique

Lo primero que se determinó es la orientación de los paneles, para esto se determinó la inclinación de que se establece al sumarle a la latitud el lugar 10°, la coordenada geográfica de la ubicación de la institución educativa es:

Latitud	Longitud
5° 39' 21"	79°18' 58"

Se tomó como latitud 6° por lo que se tuvo una inclinación de 16°, considerando la facilidad que tendrá el soporte para su construcción se esblenco una inclinación de 15° para el soporte del panel.

La ubicación de la central se estableció considerando que la central generadora fotovoltaico no debe estar alejada de la institución para disminuir la caída de tensión, además el otro parámetro que se tuvo en consideración es el estado del terreno ya que se requiere el terreno más nivelado posible para disminuir los trabajos de nivelación al instalar los soportes para los paneles fotovoltaicos.

Equipos electromecánicos

a) Cálculo de los Módulos Fotovoltaicos

Los paneles que se tomaron en cuenta fueron del tipo policristalino debido a que estos son mucho más económicos que los paneles monocristalinos.

Cálculo de la Energía a Distribuir en Corriente Alterna ($L_{md, AC}$)

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

donde:

ET: Energía Diaria a Distribuir: 6,666 kW-h/día

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

En esta ecuación se tuvo en cuenta 0.05 para las pérdidas por rendimiento en el acumulador (K_b), del mismo modo para las pérdidas en el inversor y otras diversas que no se pueden prever en los dispositivos (K_c y K_v), las pérdidas por autodescarga en el acumulador se tomaron como 0.005 (K_a) y como profundidad de descarga de la batería se tomó al 80% (PD), además de considerar 4 días de autónoma (N).

Se calcula el factor global de pérdidas:

$$R = 0,829$$

$$L_{md, AC} = 8,04 \text{ kW-h/día}$$

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

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

donde:

$L_{md, DC}$: Energía Real a Distribuir en DC: 0

$L_{md, AC}$: Energía Real a Distribuir en AC: 8,04 kW-h/día

η_{inv} : Eficiencia del Inversor: 0,93

η_{bat} : Eficiencia de la Batería: 0,93

η_{con} : Eficiencia de la Conducción: 0,99

$L_{md} = 9,394 \text{ kW-h/día}$

Cálculo del Número de Módulos (Nmód)

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

dónde:

L_{med} : Energía Real a Distribuir: 9,394 kW-h/día

P_{MP} : Potencia de cada Módulo: 300 Wp

HPS_{CRIT} : Hora Pico Solar Crítica: 4,846655654

PR : Eficiencia de cada Panel: 0,9

$$N_{ptotal} = 7,179 \approx 8$$

b) Especificaciones Técnicas del Panel Solar

ELECTRICAL DATA						
MODULE		FU 295 P	FU 300 P	FU 305 P	FU 310 P	FU 315 P
Standard Test Conditions STC: 1000 W/sqm - AM 1.5 - 25 °C - measuring tolerance <3%						
Module power (Pmax)	W	295	300	305	310	315
Module efficiency	%	15.23	15.48	15.74	16.00	16.26
Maximum power voltage (Vmpp)	V	36.9	37.1	37.4	37.6	37.9
Maximum power current (Impp)	A	8	8.11	8.21	8.31	8.4
Open circuit voltage (Voc)	V	44.9	45.1	45.3	45.5	45.7
Short circuit current (Isc)	A	8.4	8.48	8.56	8.63	8.7
Maximum system voltage	V	1000	1000	1000	1000	1000
Nominal Operating Cell Temperature NOCT: 800 W/sqm - T=45 °C - AM 1.5						
Module power (Pmax)	W	208	212	216	219	224
Maximum power voltage (Vmpp)	V	33.1	33.3	33.5	33.7	33.9
Maximum power current (Impp)	A	6.3	6.38	6.46	6.53	6.6
Open circuit voltage (Voc)	V	40.6	40.8	41	41.2	41.4
Short circuit current (Isc)	A	6.73	6.79	6.85	6.91	6.95

MECHANICAL SPECIFICATIONS	
Dimensions	1957 x 990 x 40 mm
Weight	25 kg
Glass	Tempered, transparent, 3.2 mm
Cell encapsulation	EVA (Ethylene Vinyl Acetate)
Cells	72 three bus-bar polycrystalline cells 156x156 mm
Backsheet	Composite multilayer film
Frame	Anodized aluminium frame with mounting and drainage holes
Junction box	Dimensions: 130 x 150 x 26 mm, IP 65 approved
Cables	Solar cable, length 900 mm (1500 mm upon request) assembled with MC4-combinable plugs

c) Conexión de los paneles solares

Conexión serie

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

$$N_S = \frac{12}{37,1} = 0,32 \approx 1$$

dónde:

N_S : Numero de módulos en serie.

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema=12 V

V_{PANEL} : Tensión nominal de los módulos = 37,1 V

Conexión paralela

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

$$N_P = \frac{8}{1} = 8$$

dónde:

N_S : Número de módulos en serie.

N_T : Número total de paneles.

d) Selección del Regulador de Carga.

Cálculo del Regulador/Controlador de carga

Corriente de entrada al Regulador

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

$$I_{\text{MOD,SC}} = 8,48 \text{ A}$$

$$N_P = 8$$

$$I_{\text{entrada}} = 85 \text{ A}$$

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

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

Corriente de salida del Regulador

$$\eta_{\text{inv}} = 0,9$$

$$I_{\text{salida}} = 216 \text{ A}$$

El número de reguladores necesarios para instalar vendrá dado por la siguiente expresión:

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

Dónde:

$I_{\text{max,e}}$ = Intensidad máxima de entrada del regulador: 70 A (DC)

$$N_{\text{reguladores}} = 1$$

La instalación se divide en cuatro grupos que se forman por cuatro ramales de seis paneles cada ramal, cada uno de estos grupos se verá controlado por un regulador independiente que se conectaran después a las salidas de los acumuladores como se muestra en el esquema.

e) Especificaciones técnicas de Regulador

ESPECIFICACIONES		
MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12, 24, 36, 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de FV máx.	40A	70A
Rango de tensión de entrada	16 ~ 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo FV	3250W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bulk, Absorción, flotación, Ecuilización manual/automática	
Compensación de temperatura de batería BTS	5mV por °C, por celda de 2V	
Capacidad de conversión de CC a CC	Batería de 12V: 16 ~ 112 VCC Batería de 24V: 32 ~ 112 VCC Batería de 36V: 36 ~ 112 VCC Batería de 48V: 48 ~ 112 VCC	
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Es preciso usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de equipos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	<2W	
Dimensiones (AxBxC) mm.	267,7x196x147	414,8x225x147
Peso (kg.)	4,3	7,1

f) Cálculo del Sistema de Acumulación

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

C _n	: Capacidad nominal del banco de baterías. (Ah)		
L _{md}	: Energía media diario		
N	: Periodo de autonomía (días)		
V _{bat}	: Voltaje de la batería: 12 V		
PD _{max,e}	: Profundidad de Descarga Máxima Estacional :	75%	0,75
PD _{max}	: Profundidad de Descarga Máxima :	25%	0,25

Consumo de energía medio en Ah/día:

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

$$Q_{Ah} = 9,394 \text{ kW-h/día} / 12 = 783 \text{ Ah}$$

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

$$C_{NBAT} = \frac{Q_{Ah}}{PD_{MÁX,d}}$$

$$C_{nd \text{ BAT}} = 3 \text{ 131 Ah}$$

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

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

$$C_{ne \text{ BAT}} = 4 \text{ 175 Ah}$$

Se ha seleccionado Batería solar de 12 V 260 Ah

BATERIA	(Ah)	(V)
	260	12

$$CANTIDAD DE BATERIAS = \frac{Cn}{Ah}$$

$$C_{BATERIAS} = 16$$

g) Especificaciones de la Batería seleccionada:

Batería 12V 260Ah Formula Star

Ficha técnica	
Modelo	FS260
Voltios	12
Amperios (Ah)	260
Tipo	Monoblock
Aplicaciones	Fotovoltaicas
Referencia	FS260
Peso (kg)	70
Amperios en 100 Horas	260
Mantenimiento	Sin mantenimiento
Tecnología	Ca/Ca Sin Mantenimiento
Largo (mm)	518
Ancho (mm)	276
Alto (mm)	242
Medida(mm)	518x276x242
Garantía (Meses)	12

Fuente: Ficha técnica de la batería

Especificaciones técnicas de la batería

h) Selección del Inversor

La potencia del inversor debe ser mayor a 1,2 veces de la potencia instalada de los paneles solares que demanda la Institución Educativa.

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

$$P_{inv} = 4\ 000\ W = 4\ kW$$

En ese sentido utilizaremos un (01) inversor de 4 000 W.

i) Especificaciones del Inversor seleccionado.

Technical data and types					
Type code	PVS300-TL-3300W-2	PVS300-TL-4000W-2	PVS300-TL-4600W-2	PVS300-TL-6000W-2	PVS300-TL-8000W-2
	3.3 kW	4.0 kW	4.6 kW	6.0 kW	8.0 kW
Input (DC)					
Nominal PV-power (P_{PV})	3400 W	4100 W	4700 W	6100 W	8100 W
Maximum PV-power ($P_{PV,max}$)	3700 W	4500 W	5200 W	6700 W	8900 W
DC voltage range, mpp (U_{DC})	335 to 800 V				
Max DC voltage ($U_{DC,max}$)	900 V				
Nominal DC voltage, (U_N)	480 V				
Max DC current ($I_{DC,max}$)	10.5 A	12.7 A	14.6 A	19.0 A	25.4 A
Number of DC inputs (parallel)	4, with MC4 quick connectors				
Output (AC)					
Nominal AC output power (P_{AC})	3300 W	4000 W	4600 W	6000 W	8000 W
Nominal AC current ($I_{AC, nom}$)	14.3 A	17.4 A	20.0 A	26.1 A	34.8 A
Nominal voltage ($V_{AC, nom}$)	230 V				
Operating range, grid voltage ¹⁾	180 to 276 V				
Operating range, grid frequency (f_{AC}) ²⁾	47 to 63 Hz				
Harmonic distortion of grid current (K_{HDC})	< 3%				
Power factor (cos ϕ)	1				
Grid connection	Single phase: L, N and PE				
Transformer	No				
Efficiency					
Max efficiency ($P_{AC,max}$)	97.1%				
Euro-eta	96.0%	96.3%	96.3%	96.6%	96.6%
Power consumption					
In standby operation ($P_{standby}$)	< 12 W				
Night consumption (P_{night})	< 1 W				
Environmental limits					
Degree of protection	IP55				
Permissible ambient temperature range	-25 C° to +60 C°				
Nominal power up to	+50 C°				
Relative humidity, not condensing	0 to 100%				
Max. altitude (above sea level) ³⁾	2000 m				
Acoustic noise level	<45dBA				

j) Cálculo y selección de conductores eléctricos

Caída de Tensión: nos permite calcular la cantidad de tensión se pierde en diferentes longitudes, según el Código Nacional de Utilización es de 1,15%.

TRAMOS	L (m)
PANEL SOLAR — REGULADOR	7
REGULADOR — BATERÍA	2
REGULADOR — INVERSOR	1

Selección del cable conductor

Sección del cable conductor en mm²

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

dónde:

$I = N_{panel} * I_{sc}$: Corriente que pasa por el conductor.

$\Delta V = \Delta V \% * V_{MP}$: Caída de tensión en conductor.

K : Conductividad 56 m/ Ohm.mm²

k) Selección del conductor por tramos

TRAMOS	S (mm ²)
PANEL SOLAR — REGULADOR	94,22
REGULADOR — BATERÍA	26,92
REGULADOR — INVERSOR	3,76

l) Selección de la estructura de soporte

Se obtuvo un total de 8 paneles, que serán dispuestos en 1 rama, como se detallara posteriormente, para poder optimizar el diseño se seleccionó la estructura K2 – Cross Rail de la marca KRANNICH Solar.



Figura 3.- Estructura para los paneles

Fuente: Estructurakrannich

Una vez seleccionada la estructura de soporte y modulo fotovoltaico, se procede con el cálculo y selección de los componentes eléctricos del sistema.

Características:

la primera característica para el soporte es el ángulo de inclinación este soporte tiene un juego para ajustar un estándar de 30° pero un intervalo de 35° a 15°, otra característica es la facilidad de su montaje ya que los componentes son seleccionados de acuerdo al módulo fotovoltaico elegido, la vida útil prolongada debido a los materiales con los que se conforman los elementos que son de alta resistencia a la corrosión expone otra característica del soporte. Todo esto se apoya en su precio económico que respalda esta selección debido a que mantiene su flexibilidad a adaptarse a otros módulos y la durabilidad debido al material con el que se construyen.

m) Presupuesto del Sistema de Respaldo Fotovoltaico

Tabla 6: Presupuesto del Sistema de Respaldo Fotovoltaico

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	P.UNIT. (S/.)	P.TOTAL (S/.)
1.0	SUMINISTRO DE MATERIALES			19216,5
1.1	Modulo Fotovoltaico FU 300 Wp	8	664,5	5316
1.2	Regulador M PPT - 80C	1	450,5	450,5
1.3	Batería 12 V 260 Ah Formula Star	16	350	5600
1.4	Rollo de Cable de Cobre Fretox NHX-90 (LSOHX-90) para conexión de elementos	1	100	100
1.5	Tablero de Transferencia	1	2000	2000
1.6	Convertidor de CC a CA de 4 000 W	1	5500	5500
1.7	Soporte para Modulos Fotovoltaico	1	250	250
2.0	MANO DE OBRA			2882,475
2.1	Costo de Montaje e Instalación (15% del Suministro de Materiales)		2882,475	2882,475
3.0	TRASPORTES			288,2475
3.1	Costo de Transporte de Materiales (15% del Suministro de Materiales)		288,2475	288,2475
	COSTO DIRECTO (S/.)			22387,2225

Fuente: Elaboración Propia

3.1. Realizar la evaluación económica del sistema de respaldo de energía eléctrica fotovoltaica

La evaluación económica de la implementación del Sistema de Respaldo Fotovoltaico, se ha realizado considerando los siguientes parámetros:

Evaluación Económica a Precios Privados:

- La Inversión Total a realizar que es de S/. 22 387,2225.
- Los ingresos del proyecto están dados por los ahorros que la institución educativa tiene mensualmente siendo en promedio S/. 320,00, haciendo un total de S/. 3 840,00 al año.
- Así mismo se ha considerado la reposición de baterías y reguladores en el décimo año, originando un desembolso de S/. 6 050,50.
- Anualmente se puede recibir por Bonos de Carbono S/.7 500.
- La tasa de interés considerada es del 12% y el tiempo de evaluación es de 20 años.

Tabla 7: Evaluación Económica del Sistema de Respaldo Fotovoltaico

AÑO	0	1	2	3	4	10	11	18	19	20
EGRESOS	-22387,22	0,00	0,00	0,00	0,00	-6050,50	0,00	0,00	0,00	0,00
Inversión	-22387,22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Reposición		0	0	0	0	-6050,5	0	0	0	0
INGRESOS		11160	11160	11160	11160	11160	11160	11160	11160	11160
Ahorro de pago en electricidad		4160	4160	4160	4160	4160	4160	4160	4160	4160
Bonos de Carbono		7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000	7000
BENEFICIOS NETOS	-22387,22	11160,00	11160,00	11160,00	11160,00	5109,50	11160,00	11160,00	11160,00	11160,00

VAN	59023,67
TIR	50%

Fuente: Elaboración Propia

IV. DISCUSIÓN

Según la Unión Europea cerca de 1 500 millones de seres humanos no cuentan con electricidad en el mundo. Esto se debe a la ubicación de muchos poblados ya que al estar ubicados en el sector rural están demasiado alejados de las redes interconectadas lo que vuelve muy altos los costos de inversión que se necesitan para lograr dicha conexión sumados estos la poca demanda que algunos de ellos requieren hace que la inversión privada tenga siempre evaluadores económicos negativos para invertir debido a la inversión y mantenimiento que requieren las redes. Durante el proceso de la investigación se estableció que esta característica es relevante para el desarrollo de una sociedad en todos sus aspectos involucra uno de estos es justamente la educación un poblado sin energía eléctrica limita su acceso a la educación y por ende al desarrollo de la juventud que en toda sociedad es el futuro de la misma. Como bien se muestra en la investigación una de las alternativas para lograr la generación eléctrica es la generación por medio de sistemas fotovoltaicos autónomos. Estos no solo se pueden utilizar como modelos de generación independiente para la totalidad de la carga sino como se muestra en esta investigación se pueden utilizar como modelos de generación de sistemas de respaldo para afrontar la flexibilidad del suministro de energía cuando exista alguna falla que demande el corte del servicio por parte de la concesionaria.

Son la ignorancia sobre esta tecnología que actualmente se debe afrontar para lograr que la gente entienda las bondades de esta generación, durante la realización de la investigación se identificó que al mostrar las bondades de la generación fotovoltaica a la población rural esta se muestra muy de acuerdo a su instalación la parte conflictiva es el alto costo de instalación que demanda por el momento las unidades de almacenaje de energía y los demás elementos del sistema fotovoltaico por lo que por el momento aparte de la falta de conocimiento se debe ahondar en la inversión por parte del estado en este tipo de proyectos.

Se concuerda con los antecedentes aunque si se debe tener en cuenta que todas las fuentes de generación de energía tienen ventajas y desventajas frente a este

aspecto se debe establecer un estudio completo sobre la instalación de fuentes de generación sean cual quiera que sea no solo ver las bondades de la generación limpia que son a la vista muchas sino las dificultades que existen en ellas para poder subsanarlas, el estudio que se realice debe ser lo más cercano a la realidad posible para poder aprovechar en toda medida o lo mejor posible el recurso existente en el lugar donde se realizará el proyecto para lograr disminuir en lo más mínimo el margen que se presente de error y lograr tener un diseño lo más eficiente posible, además de poder informar lo mejor posible a los habitantes para que se beneficien con el recurso solar de igual manera.

En cuanto a la radiación que se midió en la zona de estudio en el centro de educativo San Juan se puede determinar que tiene toda concordancia con el Atlas Solar que se tiene como referencia para proyectos solares fotovoltaicos.

En los antecedentes se menciona que es la energía eléctrica quien muestra un crecimiento económico más elevado, ya que es un servicio que ya se volvió obligatorio para que una sociedad progrese ya que ejerce un incentivo para el sistema productivo y aumenta la calidad de vida de los pobladores. En el Perú en el periodo del 2008 a 2012 se observó que se redujo el aumento de generación de energía, en comparación con el aumento del PBI nacional, aun teniendo en cuenta de la existencia de las dos centrales de ciclo combinado que ingresaron a laborar en el año 2012, en la actualidad ya son tres las centrales de ciclo combinado que están en funcionamiento estas requieren mayor inversión que las de otro tipo, pero la eficiencia de las mismas justifica la inversión desarrollada, en cuanto a las centrales eléctricas el precio de kWh es hasta 4 veces menos que el costo de kWh en las centrales térmicas esto se debe a que en las centrales térmicas se utiliza combustible que aumenta los costos de operación de manera muy alta, en comparación con las energías renovables estas tienen aun menor costo por kWh en generación debido a que utilizan una energía natural y además no muestran contaminación de ningún aspecto se podría decir que son la mejor opción para la generación de energía eléctrica.

En la actualidad el mayor número de personas viven en zonas urbanas por lo que hace que las zonas rurales sufran de decrecimiento poblacional, para el año 2050 se pronostica que el crecimiento en las ciudades aumentara en un 65% para este tiempo se volverá insuficiente la energía eléctrica generada si es que desde el momento no se toman las medidas correspondientes para contar con la energía suficiente para abastecer a todas las ciudades. En otros países con una visión más futurista que la nuestra se invirtió alrededor de 330 millones de dólares en la generación de energías no convencionales, lo cual fue el doble que se invirtió en el 2008, esta cantidad es cinco veces más de lo que se invirtió en la generación hidráulica, diez veces más de lo que se invirtió en generación nuclear y el doble de lo que se invirtió en generación térmica. Las naciones que desarrollan estas inversiones tienen en consistencia el futuro de su abastecimiento eléctrico lo que falta en el Perú debido a que teniendo más recursos que muchas de esas naciones se queda detenido en el tiempo sin ayudar al desarrollo en cuanto a la generación de energía renovables (Temboury Carlos, 2016 p. 5-8).

V. CONCLUSIONES

- Los ambientes a suministrar con el Sistema de Respaldo Fotovoltaico en la Institución Educativa San Juan – Sallique, son las Salas de Cómputo y la Dirección, los cuales tienen una Potencia Instalada es 3,732 kW, Máxima Demanda es de 3,676 kW y la Energía Eléctrica es de 6,666 kW-h. requerida por la Institución Educativa San Juan Sallique es de 10 000 Watt y 16,30 kW-h/día.
- Se determinó los niveles de radiación de la zona en cuestión en un valor promedio de 4.84 kWh/m²
- Del diseño de la central se estableció que requiere 08 Paneles Solares con una capacidad de 300 Wp, también debe tener 04 Reguladores de 70 A cada uno, con un banco de 16 baterías de 12 V 260 Ah, 01 inversor de 4 kW, el cual convertirá la corriente continua proporcionada por el arreglo de paneles en alterna.
- El Presupuesto que involucra la implementación del Sistema Fotovoltaico es de S/. 22 387,2225.
- La evaluación económica determino que el proyecto es viable arrojando los indicadores de VAN con S/. 59 023.67 y el TIR de 50%, lo que establece la afirmación de viabilidad de la investigación.

VI. RECOMENDACIONES

Medir durante más tiempo los parámetros de radiación solar y calcular de manera anual la proyección de radiación en la zona.

- Utilizar la radiación mínima para el proyecto debido a que esto confirmara que la central pueda trabajar durante todo el año de manera optima
- Realizar el análisis mediante paneles fotovoltaicos monocristalinos que tienen mejor eficiencia.
- Evaluar la financiación de la investigación por medio del estado como generación distribuida y generar un nuevo análisis económico.
- Según la experiencia acumulada lo idóneo para realizar el estudio de la necesidad eléctrica es de vital importancia el acercamiento mutuo del personal de la investigación y los usuarios mediante charlas informativas y la veracidad de los datos brindados por los interesados.
- Con el fin de obtener resultados aún más favorables en la viabilidad de implementar sistemas solares fotovoltaicos, se recomienda realizar el análisis detallado de las cargas de consumo, y cuantificar los tiempos de uso, de tal forma de tener un uso racional y eficiente de la energía eléctrica.
- Para la orientación, se podrá recurrir a una brújula. Los módulos se deben orientar mirando hacia el Norte (para el hemisferio Sur) o mirando hacia el Sur (para el hemisferio Norte). En el caso del Ecuador, los módulos están prácticamente en ángulo recto con el cenit, permitiendo de la radiación solar un mejor aprovechamiento.

REFERENCIAS

- AKKER, Johannes (Jan) H.A. van den. 2008.** Electrificación Rural a base de Energía Fotovoltaica en el Perú – proyecto PER/98/G31. 2008. 47 pp, VERSION FINAL .
- ATLAS SOLAR, Energía Fotovoltaica en el Perú. 2015.** WWW.ATLAS SOLAR PERÚ. [En línea] 2015. <http://www.atrassolarperu>.
- BAPTISTA, HERNANDEZ Y. 2010.** Metodología de la investigación. [En línea] 2010. [Citado el: 28 de 03 de 2016.]
- BELTRAN Y CAHAUANA. 2013.** Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el distrito de huamanca chico, región JUNIN : s.n., 2013. 122 pp
- BORQUEZ, Farley calvo. 2009.** análisis de viabilidad para la implementación de sistemas de generación eléctrica usando energía solar para uso residencial. Colombia : s.n., 2009. 62 pp.
- CARRILLO Y MORALES,. 2009.** Estudio para la electrificación con energías alternativas, utilizando celdas fotovoltaicas para electrificar el poblado de Cañada Colorada, municipio de Apaxco estado de México. 2009. 175 PP. 123456789/5641/1/.
- CORNEJO. 2013.** Sistema solar fotovoltaico de conexión a red en el centro materno infantil de la Universidad de Piura. 2013.
- DE LEON,. 2008.** Generación eléctrica fotovoltaica en la facultad de ingeniería usac y estudio del aprovechamiento. 2008.
- DELGADO, José. 2004.** "Experiencias en electrificación rural fotovoltaica en Cajamarca". Cajamarca : s.n., 2004. 10 pp.
- DELTA VOL SAC, Energía Fotovoltaica en el Perú. 2010.** Delta volt sac. [En línea] 2010. <https://www.deltavoltsac.com.pe>. 1.
- DGER, DIRECCION GENERAL DE ELECTRIFICACION RURAL. 2011.** I foro regional de electricidad en cajamarca. cajamarca : s.n., 2011. 38 pp.
- DGER-MEM, DIRECCIÓN GENERAL DE ELECTRIFICACIÓN RURAL. 2012.** plan nacional de electrificación rural periodo 2013 – 2022. lima : s.n., 2012. 289 pp.

- DOMINGUEZ. 2012.** Diseño de un sistema fotovoltaico para la generación de energía eléctrica en el Cobaev 35 Xalapa. 2012.
- ENERGY BP STATISTICAL REVIEW OF WORLD. 2012.** diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el distrito de huamancaca chico, región junín. peru : s.n., 2012. 122 pp.
- FARLEY, Bohórquez. 2009.** Analisis de la viabilidad para la implementacion de sistemas de generacion electrica usando energia solar para uso residencial Colombia. Medellin : s.n., 2009. 80 pp.
- FEIJOO. 2009.** Proyecto de implementación de paneles solares en haciendas alejadas de la fuente de energía convencional caso: hacienda El Vado. 2009.
- FERNANDEZ y HERNANDEZ. 2010.** capítulo III del “Marco Metodológico”. 2010. 497 pp.
- GALVIZ, SUNEIDON Y. 2010.** proyecto para la implementación de un sistema de generación solar fotovoltaica para la población wayuu en nazareth corregimiento del municipio de uribia, departamento de la guajira – colombia autor: jhon sebastián gálviz garzón. 2010.
- GARCÍA, Ana del Canto. 2013.** Aplicacion de la tecnologia fotovoltaica flexible de un grupo de empresas del ector de la automocion 2013. pag.102. 2013. 102 pp.
- GOMES. 2006.** Capitulo III del Marco metodológico. 2006. 125 pp.
- HINCHO, Jose. 2014.** Diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro eléctrico de un centro de esparcimiento ecológico en el distrito de Huamancaca Chico, región Junín. Huancayo : s.n., 2013. 122 pp.
- HOM, MANFRED. 2006.** El estado actual del uso de la energía solar en el Perú. 2006.
- HURTADO. 2008.** Capitulo III del Marco metodológico. 2008. 115 pp.
- . 2008. Capitulo III del Marco metodológico. 2008. 115 pp.
- MORA, Carlos. 2008.** Diseño de un sistema eléctrico fotovoltaico para una comunidad aislada. Costa Rica : s.n., 2008. 90 pp.

MORALES y SOLDEVILLA. 2009. Análisis de sensibilidad de indicadores financieros en la evaluación de inversiones en Mi pymes También es conocido como Valor Presente Neto (VPN). 2009. 21 pp.

ORBEGOSO y SAGAHON. 2012. tesis energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú”. 2012. 80 pp.

PAJUELO Mirella y CASTRO Jamiel. 2014. sector electrico. lima : s.n., 2014. 10 pp.

PARDINAS. 2005. capítulo III Marco Metodológico. 2005. 115 pp.

PAREJA y SAGAHON. 2010. “tesis energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú”. 2010. 80 pp.

PAZMIÑO, Quinaluisa. 2007. Proyecto de inversión para el suministro de electricidad en la comunidad Facundo Vela – Provincia de Bolívar, mediante soluciones individuales de equipos fotovoltaicos. 2007. 162 pp.

PEP PUIG, Marta Jofra. 2007. Energía Solar. 2007. 20 pp.

PEREDA Y LOPEZ. 2005. Análisis térmico de las celdas fotovoltaicas en un sistema interconectado a la red. 2005. 112 pp.

PIRIZ. 2013. Energía solar térmica y fotovoltaica aislada para pequeñas comunidades en Perú. Lima : s.n., 2013. 90 pp.

PORTERO, Alberto Vegas. 2009. Diseño de una instalación fotovoltaica de 200 kW en. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Leganés : s.n., 2009. 181 pp.

ROGMANOLI y MORALES. 2009. Análisis de sensibilidad de indicadores financieros en la evaluación de inversiones en Mi pymes También es conocido como Valor Presente Neto (VPN). 2009. 21 pp.

SAMPIERI y COLLADO. 2003. capítulo III Marco Metodológico. 2003. 115 pp.

SANCHEZ, S. 2013. Energías Renovables: Conceptos y Aplicaciones. Quito-Ecuador: : s.n., 2013. 122 pp.

SIMON, Ruth. 2013. Avanza la investigación en la fabricación de paneles solares fotovoltaicos, llegando a alcanzar un 43% de eficiencia. 2013.

SMA. 2009. Suministro de electricidad en redes solares aisladas y de respaldo. s.l. : Fuente: juwi Solar GmbH, 2009.

- SUAREZ, Jorge. 2011.** Dirección de Proyectos de la DGER "Energías renovables no convencionales". lima : s.n., 2011.
- SUÁREZ, Juan. 2011.** Dirección de Proyectos de la DGER "Energías renovables no convencionales". lima : s.n., 2011.
- SUNFIELDS. 2016.** Manual de cálculo de instalaciones fotovoltaicas Aisladas Autónomas. s.l. : <https://www.sfe-solar.com/suministros-fotovoltaica-aislada-autonoma/manual-calculo/>, 2016.
- TAMAYO. 2007.** capítulo III del "Marco Metodológico". 2007. 20 pp.
- TEMBOURY Carlos. 2016.** Matriz eléctrica peruana debe orientarse hacia lo renovable. http://elcomercio.pe/economia/peru/discusion-acerca-matriz-electrica-peru-noticia-1916502?ref=flujo_tags_2468&ft=nota_4&e=titulo. [En línea] El comercio, 15 de SEPTIEMBRE de 2016.
- VALDIVIA. 2012.** Factibilidad técnico-económica de la instalación de energía solar fotovoltaica en la comuna de Pucón. 2012.
- VALDIVIEZO, Paulo. 2014.** diseño de un sistema fotovoltaico para suministro de energia electrica a 15 computadoras portatiles en la pucp. lima, pontificia universidad católica del Perú. lima : s.n., 2014. 74 pp.
- VILLOZ y LABURNET. 2010.** Proyecto de Prefactibilidad para la Implementación de Energía. 2010. 196 pp.
- ZAPATA. 2008.** Capitulo III del Marco metodológico. 2008. 115 pp.

ANEXOS

Anexo 01: Especificaciones Técnicas del Solarímetro y Certificado de Calibración



METROLOGÍA E INGENIERÍA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

CLE-0229-2019

O.T. : 0560-2019
N° EXPEDIENTE : 0756-2019

Página : 1 de 2
Fecha : 2019-04-29

1 **CLIENTE** : UNIVERSIDAD NACIONAL PEDRO RUIZ GALLO
Dirección : CAL. JUAN XXIII NRO. 391 CERCADO LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE

2 **INSTRUMENTO DE MEDICIÓN** : MEDIDOR DE POTENCIA SOLAR
Marca : AMBIENT WEATHER
Modelo : TM-206
Serie : 120901868
Alcance : 2000 W/m2
Procedencia : Taiwan

3 **FECHA Y LUGAR DE MEDICIÓN**
Fecha : 2019-04-29
Lugar de Calibración : Laboratorio de Calibraciones ENERLAB SAC

4 **METODO DE CALIBRACIÓN**
La calibración se realizó por comparación directa con patrones calibrados trazables a INACAL-DM.

5 PATRON DE CALIBRACIÓN

INSTRUMENTO	MARCA	MODELO	N° DE CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
GENERADOR DE FORMAS DE ONDA	RIGOL	DG 4062	LTF-C-103-2018	INACAL-DM
TERMOMIGROMETRO	LUFFT	OPUS 20	LH-062-2019	INACAL-DM
MULTIMETRO	FLUKE	8846A	LE-084-2019	INACAL-DM

6 CONDICIONES AMBIENTALES

MAGNITUD	INICIAL	FINAL
TEMPERATURA	23,3 °C	23,1 °C
HUMEDAD RELATIVA	65,8 %	64,6 %

7 OBSERVACIONES

Los resultados de las mediciones efectuadas se muestran en la página 02 del presente documento.
El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
La incertidumbre de la medición se determinó con un factor de cobertura $k=2$, para un nivel de confianza aproximado de 95%.
Con fines de identificación se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación "CALIBRADO".
La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.

Ing. Máximo Oriundo Cordero
DPI: 94415
Gerencia Técnica



PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Jr. Los Palmitos N° 127-131 Urb Los Jardines de San Juan - San Juan de Lurigancho - Lima - Lima
Metrología (511) 376-9578 RPC: 981452217 Cell: 952033733 / 956031703 / 933220038
ventas@enerlab.com.pe / ventas01@enerlab.com.pe / calibraciones@enerlab.com.pe
Ingeniería (511) 393-6673 Celular: 998880984 / 948975146 ingenieria@enerlab.com.pe www.enerlab.com.pe

RESULTADOS DE CALIBRACIÓN

DESCRIPCION	UNIDAD	RESULTADO
Test de Prueba		Conforme
Verificación de Panel de Control		Conforme
Verificación de sensor		Conforme
Prueba de OFF-SET (Cero)		Conforme

Medición de Potencia Solar (W/m²)

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUNBRE (W/m ²)
50,0	50,7	-0,7	0,1
100,0	100,9	-0,9	0,1
190,0	191,3	-1,3	0,1

VALOR PATRON (W/m ²)	VALOR EQUIPO (W/m ²)	FACTOR DE CORRECCION (W/m ²)	INCERTIDUNBRE (W/m ²)
500	502	-2	1
1000	1005	-5	1
1500	1506	-6	1

FIN DE DOCUMENTO

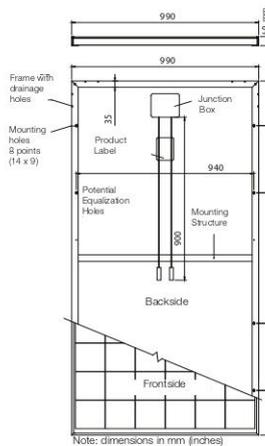


PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE ENERLAB S.A.C.

Anexo 02: Especificaciones Técnicas del Panel Solar



Engineered
in Italy



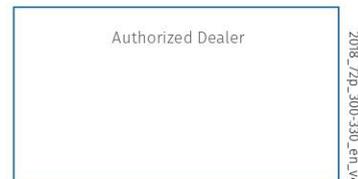
ELECTRICAL DATA								
MODULE		FU 300 P	FU 305 P	FU 310 P	FU 315 P	FU 320 P	FU 325 P	FU 330 P
Standard Test Conditions STC: 1000 W/sqm - AM 1.5 - 25 °C - tolerance: Pmax (±3%), Voc (±4%), Isc (±5%)								
Module power (Pmax)	W	300	305	310	315	320	325	330
Open circuit voltage (Voc)	V	45.05	45.4	45.70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

Nominal Module Operating Temperature NMOT: 800 W/mq - T=45 °C - AM 1.5								
Module power (Pmax)	W	219.54	223.20	226.86	230.52	234.18	237.84	241.49
Open circuit voltage (Voc)	V	41.36	41.68	41.96	42.23	42.51	42.78	43.06
Short circuit current (Isc)	A	7.18	7.23	7.27	7.32	7.37	7.41	7.45
Maximum power voltage (Vmpp)	V	33.05	33.33	33.6	33.89	34.19	34.43	34.73
Maximum power current (Impp)	A	6.65	6.70	6.76	6.81	6.87	6.91	6.97

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

* Nominal Module Operating Temperature

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



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

2018_Z2P_300-330_en_V4

Anexo 03: Especificaciones Técnicas del Regulador



MPPT 50C MPPT 80C

SISTEMA ÓPTIMO DE CARGA SOLAR CON CAPACIDAD DE DETECCIÓN DEL PUNTO DE MÁXIMA POTENCIA



El Regulador-Seguidor MPPT es un cargador de baterías solar con una alta fiabilidad y cuya característica más importante es la maximización de la energía capturada por el conjunto fotovoltaico en la batería mediante el uso de avanzada tecnología de seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT).

Características Principales

- MPPT (seguidor de punto de máxima potencia) integrado, manejo de carga de batería, información del estado de carga.
- Potencia de salida permanente sin reducción a temperatura ambiente de hasta 50°C.
- Monitor de energía de batería integrado, rastrea la producción y consumo de potencia para calcular la energía restante en la batería. Estado de carga SOC (state-of-charge) se muestra en porcentaje full, Amper-horas, Watt-horas. Además el cargador solar almacena 90 días de carga de energía.
- Alimenta baterías de plomo ácido, gel y AGM. Carga de 4 etapas con parámetros ajustables.
- Se pueden conectar módulos FV en serie hasta 112 VCC (140VCC máx).
- Sencilla conexión en paralelo de hasta 16 unidades para corrientes elevadas.
- Carga precisa de baterías de 12V/24V/36V/48V con fácil configuración.
- Función de compensación de temperatura integrada para carga segura y completa.

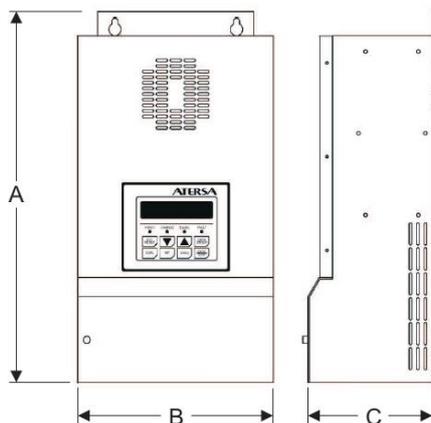


Todo en energía solar fotovoltaica

www.atersa.com

ESPECIFICACIONES

MODELOS	MPPT - 50C	MPPT - 80C
Corriente de salida máxima (continua hasta 50°C de temperatura ambiente)	50A	80A
Tensión de baterías	12, 24, 36, 48 VCC Normal	
Corriente de entrada de FV máx.	40A	70A
Rango de tensión de entrada	16 ~ 112 VCC operando 140 VCC máx. Tensión de circuito abierto	
Potencia máx. del campo FV	3250W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 50A)	5200W (máx. al igualar una batería 48V a 64V en 80A)
Modos de regulación de carga	Carga plena o Bulk, Absorción, flotación, Ecuilibración manual/automática	
Compensación de temperatura de batería BTS	5mV por °C, por cada de 2V	
Capacidad de conversión de CC a CC	Batería de 12V: 16 ~ 112 VCC	
	Batería de 24V: 32 ~ 112 VCC	
	Batería de 36V: 36 ~ 112 VCC	
	Batería de 48V: 48 ~ 112 VCC	
Estado	Pantalla LCD muestra tensión de entrada y corriente, tensión de salida y corriente, modo de carga, estado de carga de la batería SOC	
Registro de datos	Registra la energía colectada en 90 días, pantalla LCD WH, KWH, AH	
Monitorización de energía	Pantalla LCD muestra el estado de la carga, AH, WH y corriente de descarga. Es preciso usar un shunt de 50mV/500A	
Relés auxiliares	Tres relés independientes de contacto A (SPST) para control de equipos externos	
Temperatura de operación	Potencia completa de salida hasta +50°C ambiente	
Potencia de reposo	<2W	
Dimensiones (AxBxC) mm.	267,7x196x147	414,8x225x147
Peso (kg.)	4,3	7,1



Modificaciones: El contenido de este documento puede ser modificado sin previo aviso. Aterasa se reserva el derecho de modificar las especificaciones del producto sin previo aviso y según sus propios criterios.

ATERSA MADRID
C/ Embajadores, 187-3º
28045 Madrid - España
tel. +34 915 178 452
fax. +34 914 747 467

ATERSA VALENCIA
P.Industrial Juan Carlos I
Avda. de la Foia, 14
46440 Almussafes
Valencia - España
tel. 902 545 111
fax. 902 503 355
e-mail: atersa@elecnor.com

ATERSA ITALIA
Centro Direzionale Colleoni
Palazzo Liocomo - ingresso 1
Via Paracelso n. 2
20864 Agrate Brianza
(MB) - Italia
tel. +39 039 2262482
fax. +39 039 9160546



Todo en energía solar fotovoltaica

www.aterasa.com

Anexo 04: Especificaciones Técnicas de la Batería



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

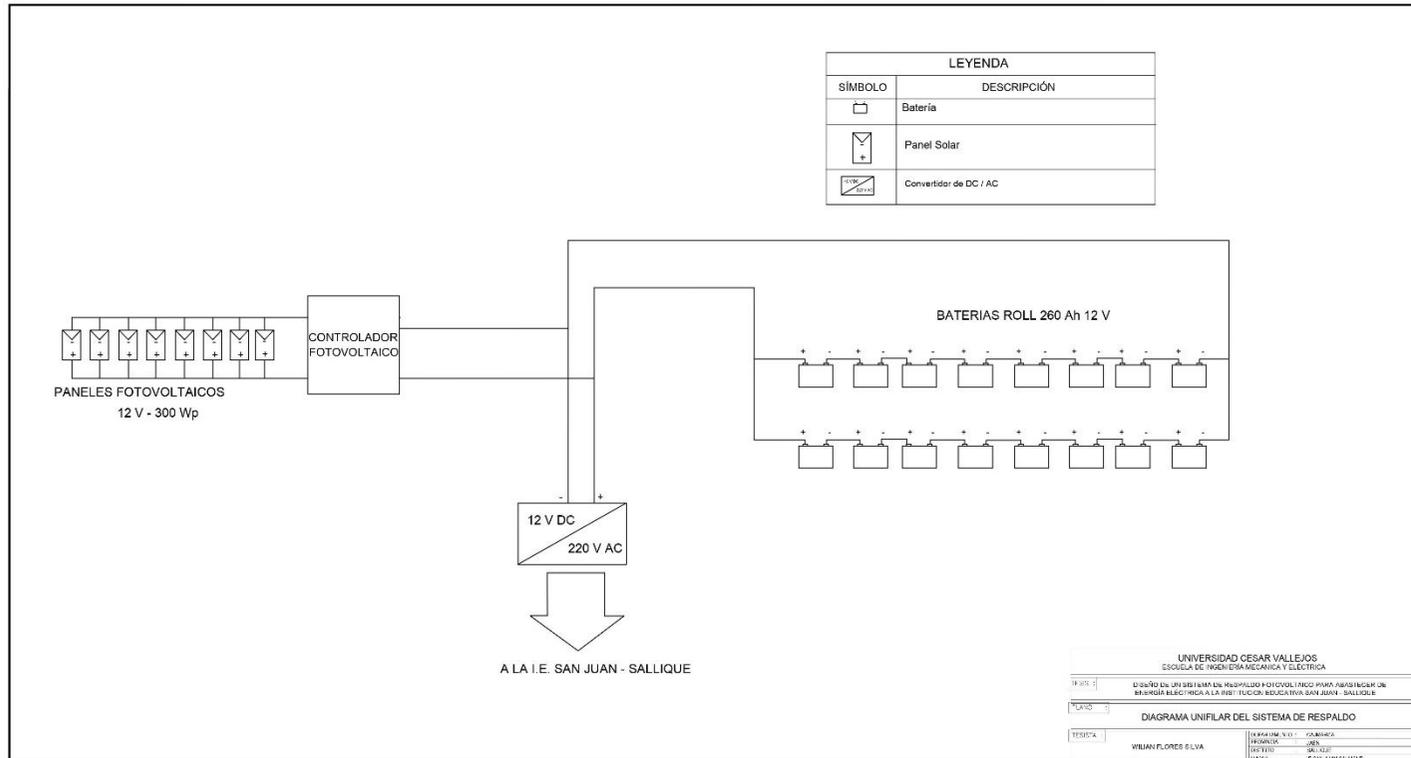
El Ajuste de Materia Prima cambiará mensualmente.

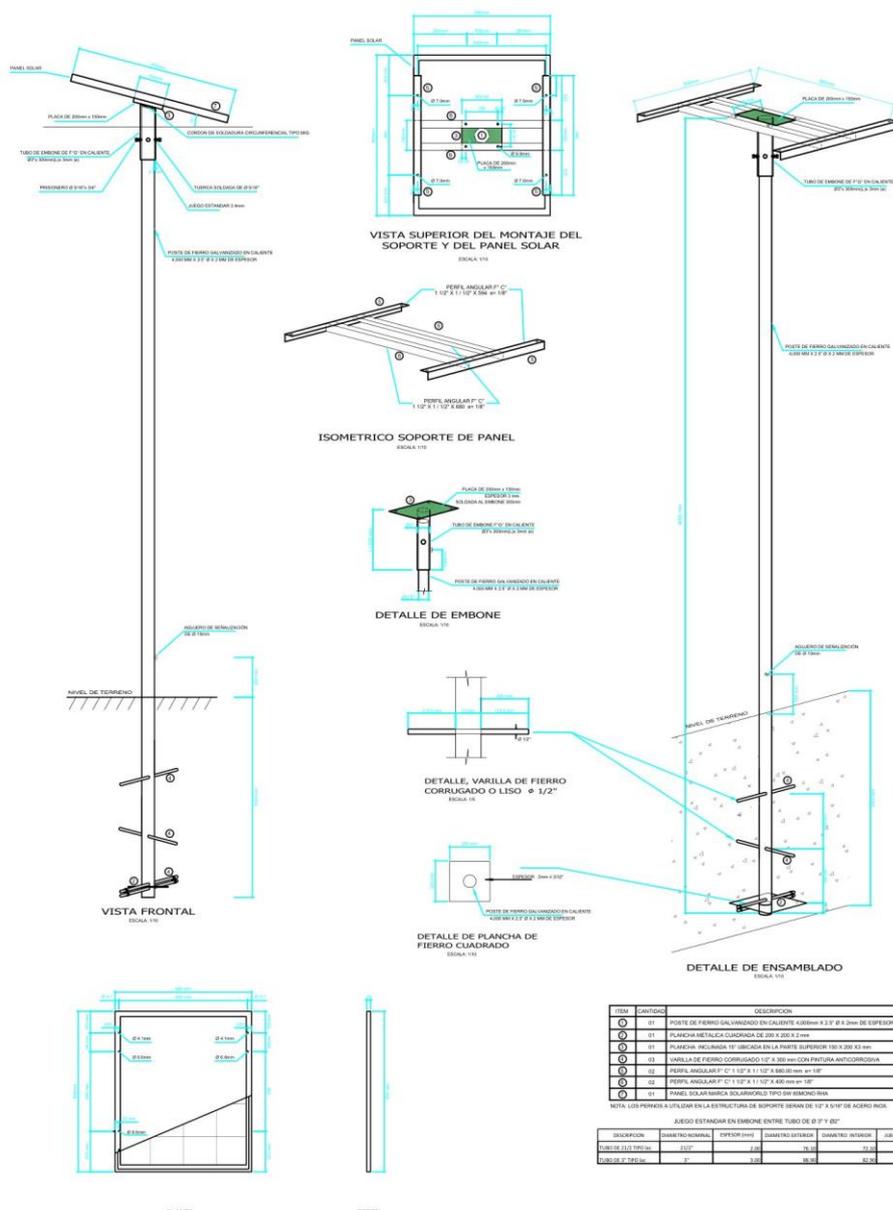
Anexo 05: Vistas Fotográficas de la implementación del Sistema de Respaldo Fotovoltaico en Pequeña Escala





Anexo 06: Planos del Sistema de Respaldo Fotovoltaico





ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCION
01	01	POSTE DE FIERRO GALVANIZADO EN CALIENTE 4.000mm x 2.2" Ø x 2mm DE ESPESOR
02	01	PLANCHAS METALICAS CORRUGADAS DE 200 x 200 x 0.5mm
03	01	PLANCHAS INCLINADAS 15° UBICADAS EN LA PARTE SUPERIOR 150 x 200 x 3mm
04	02	VARILLA DE FIERRO CORRUGADO 1/2" x 3.500mm CON PINTURA ANTICORROSION
05	02	PERFIL ANGULAR 1" C" x 1.5" x 1.5" x 1.5" x 4.800mm AN 100°
06	02	PERFIL ANGULAR 1" C" x 1.5" x 1.5" x 4.800mm AN 100°
07	01	PANEL SOLAR MARCA SOLARBOARDS TPO SW 85/85 RHA

NOTA: LOS PERFILES A UTILIZAR EN LA ESTRUCTURA DE SOPORTE SERAN DE 1/2" x 3/16" DE ACERO INOX.

AJUSTE ESTANDAR EN EMBONE ENTRE TUBO DE Ø 2" Y Ø 2"

DESCRIPCION	DIAMETRO NOMINAL	ESPESOR (MM)	DIAMETRO EXTERNA	DIAMETRO INTERIO	AJUSTE
TUBO DE 1/2" NOMINAL	1.315"	2.26	1.315"	1.293"	0.022"
TUBO DE 2" NOMINAL	2.000"	3.05	2.000"	1.969"	0.031"