

**UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO
ESCUELA DE POSTGRADO ALTAGORA**

MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS



Tesis

“Impacto económico de un sistema fotovoltaico domiciliario con medición inteligente, para disminuir la facturación del servicio eléctrico en la Región Lambayeque”

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO CON MENCIÓN
EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS**

Autor:

Pejerrey Gonzales Ángel Antonio

Asesor:

Mantecón Licea Oscar (Orcid: 0000000151315852)

Línea de Investigación:

Administración de Negocios

CHICLAYO - PERU - 2024



DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **MANTECÓN LICEA OSCAR**, asesor (a) con CE 002807786 del Programa de **MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS**; he realizado el debido control de originalidad de la investigación, el mismo que está dentro de los porcentajes establecidos para el nivel de pregrado/posgrado, según la Directiva de similitud vigente en la UDCH; además certifico que la versión que hace entrega es la versión final del informe cuyo Título es: Impacto económico de un sistema fotovoltaico domiciliario con medición inteligente, para disminuir la facturación del servicio eléctrico en la Región Lambayeque; presentado por el (la) estudiante

BR. PEJERREY GONZALEZ, ANGEL ANTONIO

Se deja constancia que la investigación antes indicada tiene un índice de similitud del **14%**, verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el software de similitud **TURNITIN** de la Universidad Particular de Chiclayo.

Por lo que se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con lo establecido en la Directiva sobre el nivel de similitud de productos acreditables de investigación vigente.

Pimentel 16 de mayo del 2024

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Oscar Mantecón Licea".

Mg. Oscar Mantecón Licea
CE: 002807786

.....
MAG. OSCAR MANTECON LICEA
ASESOR

TITULO DE LA INVESTIGACIÓN:

"IMPACTO ECONÓMICO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO DOMICILIARIO CON MEDICIÓN INTELIGENTE, PARA DISMINUIR LA FACTURACIÓN DEL SERVICIO ELÉCTRICO EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE"

TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO CON MENCIÓN EN: ADMINISTRACIÓN DE NEGOCIOS




Ing. Angel Antonio Pejerrey González
Autor



Mg. Oscar Mantecon Licea
Asesor

Aprobado por el siguiente jurado:



Dra. María Aurelia Lazo Pérez
Presidente



Dra. Vilma Monteagudo Zamora
Secretario



Dr. Wilton Vidauro Carpio Campos
Vocal

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de maestría con profundo amor y gratitud a mi padre, Ángel Honorio, quien, aunque ya no está físicamente conmigo su espíritu y enseñanzas continúan guiándome desde el cielo.

A mi madre, Ida Josefa, cuyo amor incondicional y sabiduría han sido mi constante fuente de inspiración. Su fortaleza y resiliencia me han enseñado que no hay obstáculo que no pueda superar.

A mi amada esposa, Jeanette, quien ha estado a mi lado en cada paso. Su apoyo incansable y fe en mi capacidad ha sido fundamental para alcanzar esta meta. Su amor, paciencia y perseverancia han hecho posible que hoy pueda presentar este trabajo.

A mis tres maravillosas hijas, Yadira, Antonella y Ariana, quienes son la razón de mi esfuerzo y dedicación. Este logro es también suyo, pues su amor y alegría son la motivación que me impulsa a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento al profesor Oscar Mantecon Licea por su orientación y apoyo durante el proceso de investigación. Su experiencia y compromiso fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

Quiero agradecer a la empresa ENSA, concesionaria de distribución eléctrica de la región Lambayeque por facilitarme la información relevante para el análisis y desarrollo de esta investigación.

Un reconocimiento especial para el Ing. Erick Núñez Falen, cuyos valiosos comentarios y sugerencias contribuyeron significativamente a mejorar la calidad de este estudio.

Finalmente, mi más sincero agradecimiento para las personas que han implementado un sistema fotovoltaico en sus viviendas y que han permitido que el interés en la energía solar y el desarrollo sostenible hayan sido una fuente de inspiración para este trabajo.

RESUMEN

A nivel mundial, Alemania, Estados Unidos, China y Australia han liderado el camino en la adopción de sistemas fotovoltaicos a nivel residencial. Sus políticas de subsidios, créditos fiscales y regulaciones favorables han impulsado de manera masiva el uso de sistemas solares.

En el Perú, entidades gubernamentales y empresas privadas vienen promoviendo programas para incentivar la instalación de sistemas fotovoltaicos en viviendas. Los beneficios incluyen la reducción de la factura eléctrica, la disminución de la dependencia de combustibles.

Para comprender la relevancia de los sistemas fotovoltaicos en Lambayeque, es crucial examinar el contexto energético actual, “la producción de energía eléctrica en Lambayeque es de 61.7 GW/h de los cuales 3.1 GW/h es hidráulica, 58.6 GW/h es térmica y cero es solar y eólica”. CDN, 2023. La región depende de la concesionaria de distribución eléctrica Electronorte S.A.

La región de Lambayeque, ubicada en la costa norte del Perú, posee 5.53 kWh/(m²*día) proporcionando una radiación capaz de tener una energía potencial anual de 1.96 MWh/m² y bajo este escenario la presente propuesta tiene como objetivo analizar el impacto económico positivo derivado de la implementación de sistemas fotovoltaicos en viviendas de nuestra región para la reducción de costos mensuales de la factura eléctrica, generación de empleo local, valor agregado del inmueble y estímulo de la industria solar. Para evaluar el impacto económico, seleccionamos cinco hogares en Lambayeque que han instalado sistemas fotovoltaicos uniformes. Estos hogares representan una variedad de perfiles de consumo y necesidades energéticas. Alcanzando una reducción promedio del 64.77% en sus facturas de electricidad, reducción de emisiones correspondiente a las que producen Efecto Invernadero de 2 TCO₂ anuales y con un tiempo de retorno de inversión de 2.4 años.

ABSTRACT

Globally, Germany, the United States, China and Australia have led the way in the adoption of residential PV systems. Their policies of subsidies, tax credits and favorable regulations have massively boosted the use of solar systems.

In Peru, government entities and private companies have been promoting programs to encourage the installation of photovoltaic systems in homes. The benefits include lower electricity bills and reduced dependence on fuels.

To understand the relevance of photovoltaic systems in Lambayeque, it is crucial to examine the current energy context, "electricity production in Lambayeque is 61.7 GW/h of which 3.1 GW/h is hydraulic, 58.6 GW/h is thermal and zero is solar and wind". CDN, 2023. The region depends on the Electronorte S.A. electricity distribution concessionaire.

The region of Lambayeque, located on the northern coast of Peru, has 5.53 kWh/(m²*day) providing a radiation capable of having an annual potential energy of 1.96 MWh/m² and under this scenario the present proposal aims to analyze the positive economic impact derived from the implementation of photovoltaic systems in homes in our region for the reduction of monthly costs of the electricity bill, generation of local employment, added value of the property and stimulation of the solar industry. To evaluate the economic impact, we selected five households in Lambayeque that have installed uniform PV systems. These households represent a variety of consumption profiles and energy needs. They achieved an average reduction of 64.77% in their electricity bills, a reduction in greenhouse gas emissions of 2 TCO₂ per year and a payback time of 2.4 years.

Dedicatoria

Agradecimiento

Resumen

Abstract

Índice

Índice de Figuras

Índice de Tablas

Índice de Anexos

Introducción

Capítulo I: El Problema de la Investigación

1.1 Realidad Problemática.

1.2 Formulación del Problema.

1.2.1 Problema General

1.2.2 Problemas Específicos.

1.3 Justificación e Importancia de la Investigación

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

1.4.2 Objetivos Específicos

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis General

1.5.2 Hipótesis Específicos

1.6 Variables e Indicadores

1.6.1 Identificación de Variables

1.6.2 Definición de la Variables

1.6.3 Operacionalización de las Variables

1.6.4 Matriz de Consistencia

1.7 Delimitación del Estudio.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación.

2.2 Base Teórica.

2.2.1 Energía Renovables.

2.2.2 Sistema Fotovoltaico.

2.2.3 Eficiencia Energética.

2.2.4 Marco Legal.

2.3 Marco Conceptual

Capítulo III: Metodología

3.1 Diseño de Investigación

3.2 Tipo de Investigación

3.3 Población y Muestra.

3.4 Materiales, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.5 Validación y Confiabilidad de los Instrumentos.

3.6 Métodos y procedimientos para la recolección de datos.

Capítulo IV: Desarrollo del Proyecto de Investigación

4.1 Metodología del Sistema Fotovoltaico

4.1.1 Comprensión de la Solicitud

4.1.2 Concepción de la Solución

4.1.3 Ubicación del Proyecto

4.1.4 Determinación de la Carga

4.1.5 Detalle del Sistema Fotovoltaico

4.2 Montaje del Sistema Fotovoltaico

Capítulo V: Análisis Económico del Proyecto de Investigación

5.1 Costos

5.2 Impacto Ambiental

Capítulo VI. Discusión y Resultados

6.1 Análisis de Resultados

6.2 Mejoras Implementadas

6.2.1 Instalación de Sistema Fotovoltaico

6.2.2 Ajustes de Conexiones

6.2.3 Instalación de Medidor de Doble Entrada

6.2.4 Mejora en la Calidad de la Energía

6.2.5 Buenas Prácticas de Consumo 1

6.2.6 Buenas Prácticas de Consumo 2

6.3 Análisis de Costos

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

INDICE DE FIGURAS

- Figura 01. Evolución de Costos de Energía.
- Figura 02. Pirheliómetros (Kipp-Zonem).
- Figura 03. Geometría Solar.
- Figura 04. Masa de Aire (AM).
- Figura 05. Sistema Fotovoltaico Inteligente.
- Figura 06. Batería Solar.
- Figura 07. Ubicación del Predio.
- Figura 08. Data Meteorológica.
- Figura 09. Generación de Energía vs Latitud.
- Figura 10. Sistema de Puesta a Tierra.
- Figura 11. Diagrama Unifilar.
- Figura 12. Instalación del Sistema Fotovoltaico.
- Figura 13. Consumo Energético Facturable y Diario del Predio (2022-2024)
- Figura 14. Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico
- Figura 15. Resultado de Mejoras
- Figura 16. Tendencia Actual

INDICE DE TABLAS

Tabla 01. Operacionalización de las Variables.

Tabla 02. Matriz de Consistencia.

Tabla 03. Recurso Solar kWh/(m²*día).

Tabla 04. Eficiencia alcanzada fotovoltaica.

Tabla 05. Lista de Exigencias.

Tabla 06. Demanda Energética del Predio.

Tabla 07. Demanda Factura del Predio.

Tabla 08. Relación C/R.

Tabla 09. Factor de Agrupamiento.

Tabla 10. Factor de Temperatura.

Tabla 11. Capacidad de Corriente.

Tabla 12. Nubosidad Chiclayo 2023.

Tabla 13. Costos del Sistema Fotovoltaico.

Tabla 14. Costos de la Estructura Soporte.

Tabla 15. Costos del Sistema Eléctrico.

Tabla 16. CAPEX.

Tabla 17. Pago por GEI.

Tabla 18. Costos del Proyecto

INDICE DE ANEXOS

- Anexo 01. Military Standard 105D
- Anexo 02. Cuestionario 01 y 02
- Anexo 03. Fichas técnicas 01 y 02
- Anexo 04. Cotización de equipos
- Anexo 05. Ficha Técnica de los Paneles
- Anexo 06. Cotización del Controlador
- Anexo 07. Ficha Técnica del Controlador
- Anexo 08. Cotización del Inversor
- Anexo 09. Ficha Técnica del Inversor
- Anexo 10. Cotización del Cableado
- Anexo 11. Ficha Técnica del Interruptor
- Anexo 12. Cotización de Puesta a Tierra
- Anexo 13. Cotización de Mantenimiento de Sistema Fotovoltaico
- Anexo 14. Ficha Técnica de Transformador de Corriente
- Anexo 15. Adquisición de Datos

INTRODUCCIÓN

La energía proveniente del sol también denominada fotovoltaica es una forma de energía renovable que transforma directamente la solar en eléctrica. Esta conversión se realiza mediante una tecnología basada en el principio fotovoltaico, que se origina cuando la radiación proveniente de nuestra estrella solar incide sobre un lado de una célula fotoeléctrica, que es el componente fundamental de los paneles solares. Cuando la luz solar golpea la célula, se origina una diferencia de potencial eléctrico entre las ambas zonas de la célula. Esta diferencia de potencial provoca un efecto domino en los electrones, generando así una pequeña corriente eléctrica que luego se acumula, la cual puede ser utilizada para alimentar una amplia variedad de dispositivos y sistemas eléctricos, desde pequeños electrodomésticos hasta grandes instalaciones industriales.

La ingeniería de las fuentes de energía solar ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años debido a su potencial para proporcionar una fuente de energía permanente, limpia y sostenible, ahora representativa sobre todo para cargas domésticas. La energía solar fotovoltaica ha logrado un aumento récord en el 2022, poniendo la tecnología en camino con los hitos de que en el 2030 bajo el escenario de cero emisiones netas. “El apoyo a la política de energía solar fotovoltaica está impulsando el aumento en la capacidad de crecimiento, siendo un principal impulsor del despliegue de este tipo de energía en el mundo”, según IEA (2022).

La escalabilidad de la energía solar facilita que sea utilizada tanto a mediana como a pequeña escala, en hogares y edificios, como a gran escala, en parques solares y plantas de energía solar para ciudades de grandes extensiones. “También se puede emplear para generar electricidad, calentar agua, cargar vehículos eléctricos y dispositivos electrónicos”, según IRENA (2019). El Perú posee zonas con alto potencial para la energía solar, principalmente en nuestras costas, las regiones de Arequipa, Moquegua, Tacna, La Libertad, Lambayeque, Piura y Tumbes, la potencia solar en estas áreas varía entre 5.5 a 6.5 kWh/m². En el Perú operan a la fecha treinta y dos estaciones eléctricas aprovechando el recurso natural de las cuales nueve son estaciones

fotovoltaicas, dieciséis estaciones de biomasa y siete estaciones eólicas, obteniendo en conjunto un total de 881.3 megavatios (MW) de capacidad generada; “logrando una participación de 5.5% en la producción nacional de energía eléctrica”. Según Construyendo (2022). Todo apunta que, en el 2023, esta participación se incrementará cuando entren en operación cuatro plantas más. A pesar de estas áreas con alto potencial energético, no se ha implementado por el momento iniciativas para aprovechar la energía solar en nuestra región de manera efectiva, para reducir el costo de la factura mensual de electricidad, sería una gran alternativa para los hogares domésticos y la industria considerando la alta incidencia de radiación solar en esta región durante la mayor parte del año, lo cual se configura como una opción ideal para la generación de energía solar.

Gástelo J, et al., 2018; “en su investigación sobre la determinación de la radiación solar y ángulos de inclinación óptimos para Lambayeque (Perú) utilizando el método de Hargreaves-Samani”, señaló que esta región cuenta con un alto potencial. Esta estimación de la irradiación solar diaria en la ciudad, la basó en la diferencia de temperaturas máxima y mínima y en una constante de ajuste. Los datos de temperatura se obtuvieron del SENAMHI y los valores promedios mensuales de radiación obtenido de la National Aeronautics and Space Administration. Determinando que el promedio de irradiación solar en el mundo fue de 5.39 kWh/m², proporcionando una energía generada en el año de 1.96 MWh/m² obteniendo la mayor radiación los meses de diciembre a febrero, lo que indica una alta rentabilidad para las aplicaciones de radiación solar en la ciudad de casi un ahorro del 30% de la facturación.

Se espera que la demanda de equipos con tecnología solar fotovoltaica en el sector residencial aumente, debido al incremento de los niveles de contaminación ambiental, costos de la electricidad y avances respecto a esta tecnología. Además, considerando la crisis energética mundial causada por el escasez y encarecimiento del petróleo, es una opción obligada para nosotros crear otras fuentes de energía, diversificando y haciendo sustentable el sector energético sobre todo en nuestro país con proyectos mineros de gran envergadura y tomando las decisiones correctas podemos crear sinergias en

este entorno y dinamizar el sector fotovoltaico; “la producción de energía eléctrica en Lambayeque es de 61.7 GW/h de los cuales 3.1 GW/h es hidráulica, 58.6 GW/h es térmica y cero es solar y eólica”. Según el CDN (2023). El objetivo de esta investigación es desarrollar un sistema fotovoltaico con control inteligente para proporcionar energía eléctrica, la misma que contó con la participación de cinco hogares en la zona, determinado el porcentaje de ahorro mensual comparado con el sistema convencional.

Iniciamos el capítulo uno, tratando la problemática de este sector definido dentro de los hogares, analizando el impacto de su realidad actual, continuando con la definición del problema, la justificación e importancia que daría este proyecto (tecnológico y económico, por salud, social y ambiental), aterrizándolo en los objetivos, hipótesis, variables y matriz de consistencia de la investigación.

El capítulo dos, abarca el estado del arte y desarrollo teórico, rescata los antecedentes técnicos ya desarrollados, haciendo una breve descripción de las energías renovables, base teórica del sistema fotovoltaico, definición de la eficiencia energética, el marco legal vigente y el marco conceptual del sistema fotovoltaico propuesto.

El capítulo tres abarcamos el marco de la metodología que se aplicaría, el diseño a llevarse a cabo en el proyecto, el tipo de investigación, definimos la población de donde se obtiene una muestra para los estudios definitivos, aplicamos las herramientas de la administración de datos, validamos la confiabilidad de las herramientas aplicadas y nos aseguramos que estamos dentro de los límites permitidos.

El capítulo cuatro se realiza el desarrollo del proyecto de investigación, definiendo las condiciones y ubicación del lugar, dimensionando el sistema fotoeléctrico, elaboración de los costos asociados y terminamos con los estudios técnico-económicos.

El capítulo final hacemos referencia a los resultados de la investigación, los hallazgos, recomendaciones y conclusiones para posteriores investigaciones, considerando lo dinámico del desarrollo tecnológico.

I. EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Realidad Problemática

La motivación para proponer la implementación de sistema fotovoltaico domiciliario con medición inteligente en la Región Lambayeque, es el incremento progresivo del costo de la energía eléctrica (luz).

Según reporte oficial de ENSA, concesionario de energía eléctrica de Lambayeque, al cierre del año 2,023 cuenta con 463,224 usuarios.

Con esta propuesta se brindará una alternativa para reducir el monto de pago mensual de la facturación eléctrica, aprovechando las óptimas condiciones de radiación solar. La demanda de energía eléctrica se encuentra en aumento por el consumo interno, según ENSA (2022-2023) es del 1.52% de 57.7 GW/h. Sin embargo, “hay un incremento progresivo de los costos de la materia prima para generación de energía térmica y energía eléctrica por factores que limitan la generación hidroeléctrica de energía principalmente por la falta de agua en nuestros ríos”.

La implementación de un sistema de energía solar fotovoltaico inteligente podría ayudar a resolver estos problemas. Este sistema no solo reduciría el consumo de energía, sino que también contribuiría a la sostenibilidad ambiental al utilizar una opción energética natural y saludable. Además, puede servir de base como un proyecto piloto para una futura implementación en otros hogares, condominios familiares, edificios multifamiliares, locales comunales, entre otros, con alcance municipal y ser requisito para los próximos proyectos. Sin embargo, la falta de acceso a la información y poca práctica en la instalación y mantenimiento de estos sistemas es un factor que impide su implementación a gran escala.

En enero de 2022, el Gobierno de nuestro país, declaró la emergencia climática como un tema de interés nacional - D.S. N°003-2022-MINAM, es decir que se considera una prioridad urgente, con la finalidad de implementar acciones para cumplir con las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional al año 2030 (también llamada “Nuestro Desafío Climático-NDC”). Este

aspecto es parte de los esfuerzos globales para limitar el aumento de la temperatura de nuestro planeta y están alineadas con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. La medida específica que se adoptó como parte de esta declaración es incrementar gradualmente la participación de los recursos energéticos renovables no convencionales en la matriz eléctrica para llegar al 20% de energía renovable para el año 2030.

Actualmente, esta participación es del 6 %. Alineado a este interés nacional en el presente trabajo, estaremos evaluando cinco viviendas unifamiliares en los cuales se ha implementado sistemas fotovoltaicos inteligentes, considerando el gran potencial para el desarrollo de sistemas fotovoltaicos en viviendas, debido a su abundante exposición al sol. La implementación de estos sistemas no solo proporcionaría una fuente de energía renovable para las viviendas, sino que también contribuiría a la mejora de la calidad de vida de sus habitantes al reducir la dependencia de las fuentes de energía tradicionales.

Para el análisis posterior, se recopilarán los registros de facturación de energía eléctrica durante los años 2023 y 2024, emitidos por la concesionaria Electronorte S.A. Estos registros corresponden al uso de equipos de cómputo, televisores, cámaras de video, calefactores y otros accesorios que forman parte de la carga eléctrica.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

Considerando los beneficios que proporciona la energía fotovoltaica, en la actualidad con el avance tecnológico, nace la siguiente pregunta: ¿Cuál será el impacto económico si se implementa un sistema fotovoltaico domiciliario con medición inteligente para disminuir la facturación del servicio eléctrico en los hogares de la Región Lambayeque?

1.2.2. Problemas Específicos

- a) ¿Se cuenta con la tecnología asequible y económica para desarrollar un sistema fotovoltaico con medición inteligente para su implementación en las viviendas de la región?
- b) ¿Los sistemas fotovoltaicos actuales son capaces de generar las cantidades de energía necesaria para la disminución de la factura de energía eléctrica de los hogares?
- c) ¿Está disponible la fuerza laboral calificada para llevar a cabo los sistemas fotovoltaicos en los hogares?
- d) ¿Los sistemas fotovoltaicos de implementarse generan ahorros a los usuarios?

1.3 Justificación e Importancia de la Investigación

Durante los últimos años la energía eléctrica expresado en su unidad de medida (kWh) kilowatts de consumo por hora, ha experimentado un incremento sostenido desde el año 2,004 según se muestra a continuación, en la figura 01:

Figura 01

Evolución de Costos de Energía



Nota. Pliegos Tarifarios de ENSA.

Investigar la implementación de sistemas fotovoltaicos en los hogares, no solo tiene el potencial de beneficiar a los ciudadanos y al medio ambiente, sino que, además desde el punto de vista tecnológico y económico, los actuales avances de la tecnología y estudios alcanzados sobre la utilización de sistemas fotovoltaicos con medición inteligente están reportando un incremento de la eficiencia de conversión energética de solar a eléctrica del 16% (2018) hasta hoy en día alcanzando el 25.3% en paneles solares de uso comercial gracias a la tecnología de la ingeniería de interfases.

Con relación a la salud pública, el impacto es positivo, ya que se disminuirá progresivamente la dependencia de fuentes de energía convencionales, los cuales al ser muy contaminantes generan altas cantidades de CO₂. Con el

uso de energía renovable, la calidad del aire se mejorará significativamente ya que estas energías derivan de fuentes naturales abundantes y que se reponen continuamente, lo que las convierte en una opción sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Desde el punto de vista social, la expansión de la energía solar también impulsará la creación de empleo en la industria de energía renovable y la instalación de sistemas fotovoltaicos inteligentes. Investigar la implementación de sistemas fotovoltaicos en el contexto peruano es esencial para adaptar las soluciones a las necesidades y desafíos específicos del país ya que se pueden implementar en otros hogares, condominios familiares y locales comunales que son administrados por la municipalidad aprovechando la energía renovable, limpia y sostenible.

El uso de energías renovables ayuda a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y contribuyen a la protección de nuestro medio ambiente. Nuestro país enfrenta desafíos en términos de suministro de energía y su sostenibilidad. Investigar sistemas fotovoltaicos puede contribuir a una fuente de energía más sostenible y limpia en el país. La diversificación de fuentes de energía, como la solar, puede aumentar la seguridad energética del país, reduciendo la dependencia de fuentes no renovables.

1.4 Objetivos.

1.4.1 Objetivo General.

Evaluar el impacto económico de un esquema fotovoltaico con medición inteligente para disminuir la facturación del servicio eléctrico en hogares de la Región Lambayeque.

1.4.2 Objetivos Específicos.

- a) Seleccionar un sistema fotovoltaico domiciliario asequible para implementar en los hogares de los clientes con consumo de energía eléctrica en horario matutino.

- b) Efectuar las mediciones de campo para determinar la capacidad de producción de energía y la disminución de la factura con el montaje de sistemas solares propuestos.
- c) Evaluar los obstáculos actuales para la implementación de sistemas fotovoltaicos en las viviendas, como la falta de información y práctica en la instalación y mantenimiento de estos sistemas.
- d) Realizar la evaluación económica de sistema fotovoltaico domiciliario para su implementación en las viviendas de la Región Lambayeque.

1.5 Hipótesis.

1.5.1 Hipótesis General.

Tener la opción de implementar un sistema fotovoltaico con medición inteligente ayudara a disminuir la facturación del servicio eléctrico a los hogares en el periodo 2023.

1.5.2 Hipótesis Específicas.

- a) Existen distribuidores locales que permitan contar con equipos fotovoltaicos de última generación asequibles para las viviendas de la región.
- b) El desarrollo tecnológico de los sistemas solares modulares cubre las demandas energéticas el consumo de los hogares lambayecanos.
- c) Los centros educativos superiores y técnicos ofrecen programas relacionados con los sistemas solares de tal manera que provea de personal técnico.
- d) Contamos con la tecnología y personal técnico calificado para la implementación de sistemas fotovoltaicos que cubra las demandas de cada hogar de tal manera que en el mediano plazo genere ahorros.

1.6 Variables e Indicadores

1.6.1 Identificación de Variables

“Una variable es una propiedad o concepto que puede variar y cuya variación es posible de evaluarse u observarse (es capaz de obtener diversos valores y que pueden ser registrados por un instrumento de medición)”, tal como lo menciona Hernández, et al. (2018).

En el caso de estudios de causalidad como este estudio. “Al establecer una conexión causal entre una variable independiente y una dependiente, al variar intencionalmente la primera, la segunda también se modificará”. Hernández, et al. (2018).

1.6.2 Definición de las Variables.

Definición Conceptual: En la presente investigación definimos a la generación fotovoltaica, como el conjunto de componentes que adapta la energía generada por el sol y acondiciona en energía eléctrica utilizable.

Definición Operacional: En la presente investigación definimos a la energía eléctrica (kW/h) producido por el sistema fotovoltaico, la variable que nos permitirán conocer la eficiencia del sistema fotovoltaico.

Variable Independiente: Impacto Económico del Sistema Fotovoltaico con Medición Inteligente.

Variable Dependiente: Disminución de la Facturación del Servicio Eléctrico.

1.6.3 Operacionalización de las Variables.

Dentro de la operacionalización de ambas variables tenemos que estas son definidas en la tabla 01.

Tabla 01*Operacionalización de las Variables*

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
VI: Impacto Económico del Sistema Fotovoltaico con Medición Inteligente	Sistema fotovoltaico, aprovecha la energía producida por el sol y la convierte en energía eléctrica.	Los kWh/h producidos, permitirán conocer la eficiencia del sistema	Características del sistema solar fotovoltaico Características del equipo de Medición Inteligente	Energía Solar Potencia Costo Sistema Fotovoltaico Evaluación Económica	kWh/m2 kW Soles (S/.) VAN, TIR	Mapa Solar Sistema de Medición Inteligente
VD: Disminución de la Facturación Servicio Eléctrico	La energía es facturada y distribuida por la Concesionaria en base a costos tarifarios establecidos en la regulación y normativa eléctrica	Las primeras semanas se realizan las lecturas de consumo de energía	Características de la Facturación Eléctrica	Evolución del consumo de Energía Facturación en soles de esta energía.	kWh Soles (S/.)	Sistema de medición de la concesionaria Recibo de la Concesionaria Eléctrica

Nota. Elaboración Propia.

1.6.4 Matriz de Consistencia

Tabla 02

Matriz de Consistencia

PROBLEMAS P. GENERAL	OBJETIVOS O. GENERAL	HIPÓTESIS H. GENERAL
<p>¿Cuál será el impacto económico si se implementa un sistema fotovoltaico con medición inteligente para disminuir la facturación del servicio eléctrico en los hogares de la Región Lambayeque?</p>	<p>Evaluar el impacto económico de un sistema fotovoltaico con medición inteligente para disminuir la factura del servicio eléctrico en hogares de la Región Lambayeque</p>	<p>La propuesta de implementar un sistema fotovoltaico con medición inteligente ayudara a disminuir la facturación del servicio eléctrico a los hogares este 2023.</p>
P. ESPECÍFICOS	O. ESPECÍFICOS	H. ESPECÍFICOS
<p>¿Se cuenta con la tecnología asequible y económica para desarrollar un sistema fotovoltaico con medición inteligente para su implementación en las viviendas de la región?</p>	<p>Seleccionar un sistema fotovoltaico domiciliario asequible para implementar en las viviendas de los clientes con consumo de energía eléctrica en horario matutino.</p>	<p>Existen distribuidores locales que permitan contar con equipos fotovoltaicos de última generación asequibles para las viviendas de la región.</p>
<p>¿Los sistemas fotovoltaicos actuales son capaces de generar la capacidad de producción de energía necesaria para la disminución de la factura de energía eléctrica de los hogares?</p>	<p>Efectuar las mediciones de campo para determinar la capacidad de producción de energía y la disminución de la factura con la implementación del sistema fotovoltaico propuesto.</p>	<p>El desarrollo tecnológico de los sistemas solares modulares cubre las demandas energéticas el consumo de los hogares lambayecanos.</p>
<p>¿Se cuenta con la mano de obra calificada para la implementación de los sistemas fotovoltaicos domiciliarios?</p>	<p>Evaluar los obstáculos actuales para la implementación de sistemas fotovoltaicos en las viviendas, como la falta de conocimiento y experiencia en la instalación y mantenimiento de estos sistemas.</p>	<p>Los centros educativos superiores y técnicos ofrecen programas relacionados con los sistemas solares de tal manera que provea de mano de obra técnica.</p>
<p>¿Los sistemas fotovoltaicos de implementarse generan ahorros a los usuarios?</p>	<p>Realizar la evaluación económica de sistema fotovoltaico domiciliario para su implementación en las viviendas de la Región Lambayeque.</p>	<p>Contamos con la tecnología y mano de obra tecnificada para la implementación de sistemas fotovoltaicos que cubra las demandas de cada hogar de tal manera que en el mediano plazo genere ahorros.</p>

Nota. Elaboración Propia.

1.7 Delimitación del Estudio

El trabajo de investigación se realizará entre los años 2022 y 2024 en el predio ubicado en la Calle Tarata 132, ubicada en el Cercado de Chiclayo, Chiclayo, Lambayeque.

La información del proyecto parte de los resultados de las encuestas realizadas a los hogares, documentos, revisión de los parámetros ambientales que influye en el diseño, bibliografías y otras revistas y relacionadas con el método implementado, seleccionados aleatoriamente con vigencia actual.

El estudio se centrará evaluando las condiciones ambientales de la zona del predio en donde se ubicará el sistema fotovoltaico, el diseño de sistemas fotovoltaicos, mediciones de eficiencia energética y se llevará a cabo en las viviendas seleccionadas tras un muestreo estadístico.

II. MARCO TEORICO

2.1 Antecedentes de la Investigación

Ojeda (2021) se planteó “determinar si el uso de paneles solares reduciría el amperaje consumido en la Urbanización Virgen de Chapi – Ica”. El proyecto propuso tomar una muestra de treinta hogares en una población cercana a doscientos treinta realizando una investigación del tipo explicativo con un diseño cuasiexperimental, obteniendo un ahorro del 71% económico con el uso del sistema fotovoltaico monocristalino de 370 W, logrando la reducción del 86.50% de la huella de carbono y se llegó a concluir que el uso de la tecnología, elementos y materiales propios del sistema, con cálculos justificativos y la radiación solar necesaria, se puede cubrir las necesidades energéticas de la urbanización analizada a un costo de mantenimiento ínfimo con respecto al tipo convencional.

Arce (2021) investigó “sobre la cantidad de metales pesado es decir plomo y cadmio contenidos en los paneles fotovoltaicos”. En base a la data obtenida previa al proyecto se hicieron tres escenarios posibles para la administración de los residuos de los componentes del sistema fotovoltaicos generados en la zona, luego de los análisis técnicos económicos se propuso el desarrollo de una planta de acopio y recuperación de los distintos materiales mediante el procedimiento Vicor. Concluyendo de las proyecciones de la siguiente manera que con cuatrocientos noventa y cinco proyectos acumulados hasta el 2050 obtendríamos entre 1.4 a 1.6 millones de toneladas de residuos en general recuperándose al año un aproximado de 30,795 toneladas de materia prima directa para futuros proyectos en la comuna con mejor puntaje obtenido por reciclar estos sistemas.

Care (2021) pretende buscar opciones técnicas en el corto plazo para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en región de La Arena zona rural del municipio de Ciénaga de Oro, ubicado en el departamento de Córdoba.

A través de la implementación de un sistema de energía solar, por medio de la instalación de equipos de suministro energético con paneles fotovoltaicos, con el fin de definir el proyecto se usará la metodología con base a fuentes de informaciones secundarias y trabajo de campo, lo cual dimensionaran el alcance para que los objetivos de este trabajo sean cumplidos a cabalidad.

Muñoz (2021) propone el diseño de una planta para el ensamblaje de paneles solares fotovoltaicos en el Perú. Concluyo que la fábrica necesitaba una superficie de 7.425 metros cuadrados también se analizó la factibilidad financiera utilizando indicadores financieros como VAN y TIR, y se concluyó que el VAN del escenario posible era igual a S/559,237.91 y la TIR era igual a 27%, la cual es superior al WACC de 20%. De los resultados alcanzados técnico y económico en este estudio se resume en la viabilidad económica de las opciones de diseño después de 5 años de operación de la planta solar de paneles solares.

Mamani (2020) evaluó “bajo criterios técnicos si es factible la instalación de sistemas solares sobre todo en los hogares rurales del Cuzco”. Para disminuir el impacto y afectación ambiental debido ahora al consumo de energía limpia y natural, garantizando la generación de energía para el normal desarrollo de las actividades cotidianas, cubriendo las exigencias energéticas para una gran variedad de artefactos como televisores, radios, interruptores y focos de luz.

Concluimos que el sistema fotovoltaico cumple las exigencias técnicas y económicas considerando incluso el escenario más exigente como es en invierno porque en la localidad se reduce la radiación solar y aprovechando los índices de protección elevados de los componentes aseguran una independencia de hasta 20 años gracias a los materiales de sus componentes.

Muñoz (2020). El presente “proyecto se desarrolla alrededor de indagar los diferentes tipos de energía y éstas, qué relación tienen con la cadena de suministro energético del país”. Indagar el real impacto social, económico y ambiental de los sistemas aislados de generación solar a través de proyectos

de Electrificación Rural. Aplicando un método descriptivo, analizando los antecedentes de la aplicación del sistema mencionado en zonas rurales. Realizando el diseño y los cálculos justificativos, concluye que la aplicación de esta tecnología si se puede dar en zonas rurales incluso de menor acceso y lejanas es 100% garantizada y factible, considerando además su bajo OPEX que requiere el sistema mencionado.

Gómez (2019) propuso “desarrollar estrategias de estudio para calcular la eficiencia energética y herramientas para predecir la generación de energía con las diferentes condiciones ambientales del Perú”. Iniciamos el desarrollo del proyecto con propuestas empíricas del personal técnico para prever y de laguna manera su modelamiento y su comportamiento cuando es conectado a la alimentación convencional de suministro de energía.

Se trabajo con la data obtenida del centro de monitoreo de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Concluyendo que bajo ciertas condiciones y escenarios donde fluctúan la radiación y temperatura se pueden establecer curvas de eficiencias y comportamientos propios del sistema.

Ponce (2019) investigó “las alternativas para que las energías provenientes del sol de manera distribuida en el país de Ecuador, bajo el entorno de un sistema Smart”, como sistema integrado para ser considerada como una opción técnica en la matriz energética del país. Haciendo una crítica de los diferentes factores que influyen para que estos sistemas no tengan el impulso necesario a pesar de sus beneficios claramente definidos, proponiendo alternativas y mecanismos para que en las zonas más necesitadas y factibles económicamente sea la primera opción al momento de plantear proyectos de suministro energético. Concluyendo como primer paso para una política del cambio en el que dentro de las opciones para el suministro energético del Ecuador no se considera competitivo el sistema fotovoltaico.

Cabrejos (2020) propuso “el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico domiciliario para el caserío El Limonar, distrito de Jayanca en la región

Lambayeque”, para brindar energía eléctrica renovable a 82 personas que no cuentan con electricidad. Planteó utilizar la energía del sol, calculando 20,316 Wh/día.

El estudio concluye que las 16 casas tendrán un panel solar ERA SOLAR, controlador MUST SOLAR, inversor MultiPlus y dos baterías ULTRACELL y la escuela tendrá tres paneles, un controlador más grande, inversor más potente y seis baterías. Todo sumará 5,28 kWp y tendrá un costo de S/ 128,237.24.

En la publicación de la Revista Iberoamericana de Ciencias se trata del “Análisis de la Eficiencia y Perdida Asociadas a la Energía proveniente de Sol Interconectado con la Red Eléctrica”. González (2018).

En la publicación de Verde y Sostenible (2022), ofrecen el concepto denominado Soluciones Smart Energy de SolarEdge, optimizando tu sistema fotovoltaico buscando independencia energética.

2.2 Base Teórica

2.2.1 Energía Renovables

La energía renovable es energía procedente de recursos naturales que se regenera más rápido de lo que se consume, estas fuentes se actualizan constantemente y podemos encontrarlas en cualquier entorno además en comparación con los combustibles fósiles que son fuentes de energía no renovables que tardan cientos de millones de años en formarse y se consumen para obtener energía, lo que genera emisiones nocivas en forma de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono.

Energía Solar

De todas las fuentes de energía, la energía solar es la más común y está disponible incluso en días nublados. La Tierra absorbe energía solar unas 10.000 veces más rápido de lo que los humanos consumen energía, esta puede generar calor, refrigeración, luz natural, electricidad y ser una energía limpia para una variedad de aplicaciones.

Esta tecnología solar convierte la luz solar en electricidad mediante paneles fotovoltaicos que enfocan la radiación solar, hoy en día su costo de fabricación ha disminuido drásticamente durante la última década, lo que los convierte no sólo en asequibles, sino también en la forma más económica de generar electricidad y tienen una vida útil de unos 30 años.

Energía Eólica

La energía eólica aprovecha la energía cinética del aire en movimiento mediante enormes turbinas eólicas ubicadas en la superficie de la tierra, en mar abierto o en los ríos, hoy en día estas turbinas son muy altas y con rotores de gran diámetro aunque las velocidades promedio del viento varían de un lugar a otro, el potencial tecnológico global de la energía eólica excede la generación de electricidad global, dado el potencial para el despliegue a gran escala de esta energía eólica en la mayoría de las regiones de la tierra incluso en los lugares más remotos.

Energía Geotérmica

La energía térmica de la tierra se utiliza para obtener calor de los reservorios geotérmicos mediante pozos u otros métodos estos reservorios con una temperatura suficientemente alta y permeabilidad natural se denominan reservorios hidrotermales, mientras que los reservorios con suficiente calor, pero con ayuda de hidráulica se denominan reservorios hidrotermales mejorados. Una vez en la superficie, los líquidos a diferentes temperaturas se pueden utilizar para generar electricidad.

Esta tecnología de utilizar depósitos geotérmicos para generar electricidad es madura y confiable y se ha utilizado durante más de 100 años.

Energía Hidroeléctrica

Es la energía creada por el movimiento del agua a medida que baja rápidamente puede producirse a partir de embalses y ríos. Estas centrales

de embalse utilizan agua estancada almacenada, mientras que las centrales de pasada utilizan la energía generada por el flujo de agua en el río.

Además de proporcionar energía limpia y renovable, suelen cumplir múltiples propósitos: producir agua potable, agua de riego, control de inundaciones y mitigación de sequías. La energía hidroeléctrica es actualmente la mayor fuente de energía renovable en la industria eléctrica y muchos ven esta fuente de energía a pequeña escala como una opción más ecológica, especialmente para las comunidades en áreas muy remotas.

Energía Oceánica

Esta energía oceánica proviene de una tecnología que utiliza energía de las aguas, las olas o las corrientes oceánicas para producir electricidad o calor.

Los sistemas de energía oceánica todavía se encuentran en sus primeras etapas de desarrollo, con varias unidades de conversión de corrientes de olas y mareas en etapas piloto.

El potencial teórico de la energía oceánica supera todas las necesidades energéticas actuales de la humanidad.

Bioenergía

La bioenergía se genera a partir de una diversidad de materiales orgánicos (llamados biomasa), como madera, carbón vegetal, estiércol y otros fertilizantes utilizados para producir calor y electricidad, y de cultivos utilizados para producir biocombustibles líquidos.

La mayor parte de la biomasa se utiliza para la cocina, iluminación y calefacción en zonas rurales más vulnerables en los países en desarrollo.

Sin embargo, la bioenergía sólo puede utilizarse bajo ciertas condiciones, ya que el crecimiento masivo de las plantaciones y bosques para bioenergía puede provocar deforestación y cambios en el uso de la tierra con consecuencias ambientales potencialmente negativas.

2.2.2 Sistema Fotovoltaico

Para entender la forma y sacar el máximo de energía, es esencial conocer los siguientes puntos:

Radiación Solar

Técnicamente la radiación solar se cataloga de tres formas; directa, difusa y albedo; la primera es la que proviene del sistema solar y pasan de manera directa por anillo atmosférico, la segunda es la que se desvía producto del impacto sobre el medio atmosférico y la última es la que proviene del sol y se recibe producto de la reflexión sobre la superficie de la tierra.

Es la directa la que demuestra una mayor eficiencia y de mayor abundancia, vital para iniciar los diseños preliminares de celdas solares dentro de la ingeniería renovable, gracias al uso de pirheliómetros se mide la radiación solar y de las regiones anulares del cielo muy cercanas al sol.

Los últimos instrumentos desarrollados, cubren medio ángulo de unos 2,5 grados desde el centro del sol. Tal como se muestra en la Figura 02.

Normalmente, el sensor está equipado con un visor en la que un pequeño punto referencial de luz coincide con una marca mecánica colocada en el centro del sensor regulado previamente cuando la superficie de detección es directamente perpendicular a la luz solar directa.

Figura 02

Pirheliómetro



Nota. Equipos de Medición Radiación Solar. De Kipp-Zonem. 2024

La ubicación del Perú lo muestra como uno de los países que cuenta con una de las más altas radiaciones solares a nivel mundial, es por ello que si se dieran las políticas necesarias sería un hub energético.

“Los mapas y datos para Perú publicado por el Grupo del Banco Mundial”. preparado por Solargis (2018). Se muestran en la Tabla 03, que dentro de los recursos solares en kWh/(m²*día) de las ciudades del mundo y del Perú, tenemos que:

Tabla 03

*Recurso Solar kWh/(m²*día)*

Ciudad	Shanghái	Múnich	Lima	Lambayeque
kWh/(m ² *día)	4.12	3.42	4.24	5.53

Nota. Elaboración Propia.

Geometría Solar

Este parámetro técnico se rige por dos conceptos previos como son:

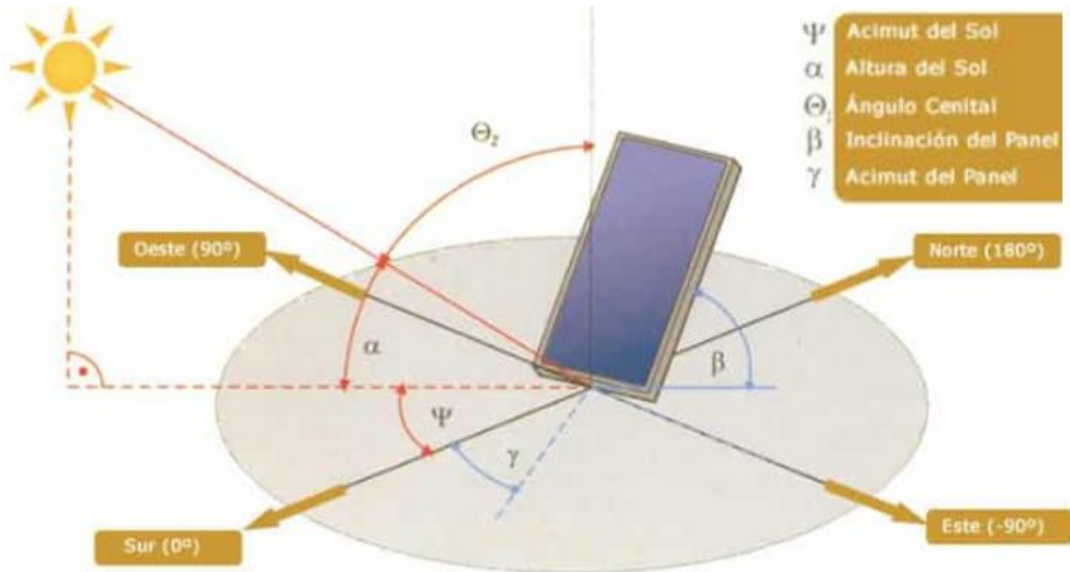
“**La orientación**, que se encuadra mediante el ángulo azimut (Ψ) y el que se forma con el polo sur del sistema de orientación estándar”. Según Pons, R. 2018

La altura del sol (α), considerando que esta cambia con las estaciones naturales, contribuye en la generación de sombras y en la radiación recibida. “Se obtiene desde el punto base de la tierra, con un valor de 0° y es positivo en el cenit”. Según Pons, R. 2018.

Ambos parámetros se observan en la figura 03.

Figura 03

Geometría Solar



Nota. Elaboración Propia.

Recorrido de la Radiación Solar

Es claro para todos que en una ubicación cercana al sol se obtendrá una mayor radiación solar, justo en el ángulo alpha de 90°

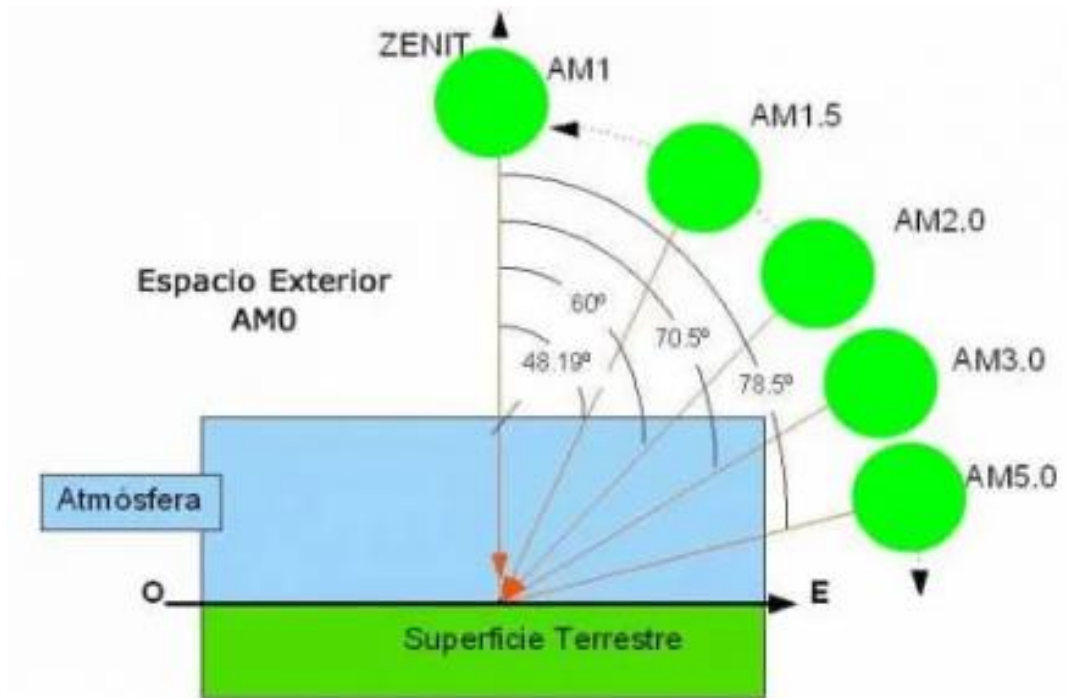
También se define el termino de masa de aire (AM), como la dimensión del espacio que transcurre la radiación solar al perforar la atmósfera. Y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$AM = \frac{1}{\cos 90^\circ - \alpha}$$

Tal como se muestra en la figura 04.

Figura 04

Masa de Aire (am)



Nota. Elaboración Propia.

Células Fotovoltaicas

La unidad central de los sistemas fotovoltaicos es la célula ya que permite la obtención de energía eléctrica a partir de luz solar mediante un proceso eléctrico propio del movimiento de los electrones que a su vez generan tensión eléctrica la cual puede ser almacenada.

Para tal fin las células tienen una particularidad que es la sensibilidad a la luz solar, motivo por el cual sus componentes básicos son semiconductores de los cuales el principal es el Silicio, ya que es uno de los materiales que se enerva al incremento de la temperatura y con activa el efecto domino en los electrones que fluyen libremente dentro de ellos, en la ingeniería electrónica se denominan del tipo N y P, “ generado una diferencia de tensión

que ante la resistencia interna de los elementos y cumpliendo la ley de Ohm, se produce una corriente”. EcolInventos, 2022.

Como se explicó que el potencial energético está ubicado en la mayor parte de territorio peruano, cada sistema solar contiene un mínimo de treinta y seis células fotovoltaicas. A continuación, se mencionan los principales factores que tienen particularmente cada tipo de sistema fotovoltaico y deben tenerse en cuenta al momento de su selección:

Cristalinidad: Hace mención del nivel dentro de los rangos y posiciones de cristalinidad de los átomos semiconductores y son: monocristalino, policristalino o amorfo.

Coeficiente de absorción: Expone como la luz que proviene del sol puede atravesar antes de ser absorbida por el material.

Costos de fabricación: Esta variable depende mucho de la investigación de los materiales y su ensamble para obtener la mayor eficiencia posible, luego en planta de los procesos y tiempo utilizados.

La eficiencia tecnológica fotovoltaicas más utilizados la tenemos tabla 04:

Tabla 04

Eficiencia Alcanzada Fotovoltaica

Tecnología de célula solar	Eficiencia %
Mono-crystalline Silicon	12-15
Poly-crystalline Silicon	11-14
Cooper Indium Gallium Selenide	10-13
Cadmium Telluride	9-12
Amorphous Silicom	5-7

Nota. Elaboración Propia.

Cabe mencionar que, en noviembre del 2023, un grupo de diversos científicos de diferentes países, “ha fabricado una célula solar de perovskita invertida logrando alcanzando una eficiencia de hasta 25,3% y la tendencia seguirá avanzando, hasta su uso comercial de la citada célula solar”. Bellini, 2023.

Panel Fotovoltaico

Para la concepción de un panel básico se deben conectar una cantidad mínima de células fotovoltaicas y dependiendo del criterio técnico tenemos que para aumentar la corriente estas deben estar en conectadas (positivo con negativo) y para aumentar el voltaje estas deben estar conectadas (positivo con positivo).

Al ser un sistema expuesto a condiciones de alta temperatura, intemperie y vientos naturales, sus materiales deben ser resistentes a las mismas cumpliendo la generación de manera permanente cuando estén con la radiación solar presente.

Las normas para su fabricación establecen que las pruebas necesarias incluyen aspectos eléctricos, rendimientos, aspectos térmicos, requerimientos de radiación, ambientales y mecánicos.

De acuerdo a las condiciones estándares de pruebas cada panel fabricado debe tener la indicar su amperaje, tensión de entrada y rendimiento.

Basados en los requerimientos mencionados es importante que la línea técnica se involucre para su desarrollo y comprenda que característica aplica a su proyecto respectivo.

Se la norma IEC-61215 definen “que las magnitudes de diferencia de potencial y amperaje por hora, tienen relación directa con radiación solar de la zona y temperatura ambiente”.

Los módulos fotovoltaicos tienen curvas características intensidad/tensión y potencia/tensión mostrando los puntos característicos del catálogo de los paneles.

Agregando sobre el efecto radiación y temperatura debemos indicar también el efecto de las sombras. Como recomendación, tenemos que la distancia mínima:

$$d_{\min} = \tan^{-1} \frac{H}{d} \quad 17$$

Donde: (d) Distancia entre el muro y la cedula.

(H) Altura del muro con potencial sombra.

Tipos de Sistema Fotovoltaico

Tenemos diferentes tipos de sistemas de energía solar: conectado al suministro de la red eléctrica, aislado (autónomo) y híbrido. El primero es conectado al suministro eléctrico general es ideal para zonas urbanas cercanas a la red. Produce energía solar y la entrega a la red sin necesidad de baterías. El sistema aislado consta de paneles solares que generan energía, la cual se almacena en baterías para su uso en el hogar. Por otro lado, los sistemas híbridos utilizan además de la energía solar otro tipo de generación, como generadores diésel, hidráulicos o eólicos, aumentando la confiabilidad de la instalación.

Componentes de un Sistema Fotovoltaico Aislado.

Los sistemas fotovoltaicos en el tiempo han ido creciendo en su aplicación debido al crecimiento de las investigaciones y parte del desarrollo de las grandes potencias para cumplir los compromisos frente GEI. Por ahora se pueden identificar los siguientes tipos de sistemas:

Sistema Fotovoltaico Conectado a la Carga: Fue el más difundido por su simpleza y eficiencia, sobre todo en lugares remotos y su concepto lo define como el sistema que alimenta a la carga de manera continua. Este sistema no almacena la energía.

Sistema Fotovoltaico con Baterías y Controladores: Este sistema a diferencia del anterior si almacena y considerando que las baterías envejecen por la acción de carga y descarga utilizan controladores para siempre proveer a máxima carga y proteger la batería.

Sistema Fotovoltaico con Baterías, Controladores e Inversores:

Actualmente es a donde apuntan todos los proyectos fotovoltaicos ya que unido al sistema anterior y aprovechando que los inversores generan una tensión con una curva sinusoidal perfecta son muy utilizados para proveer de corriente alterna.

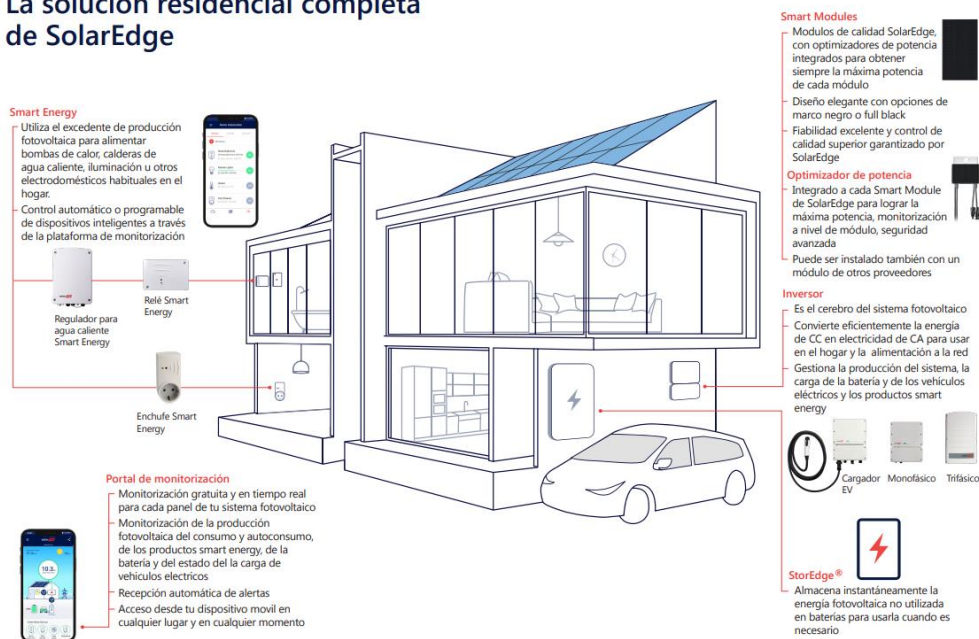
Sistema Fotovoltaico Inteligente

Opera con los siguientes conceptos básicos: partimos de las necesidades energéticas demandadas para cada caso, luego con unos cálculos justificativos se implementa el sistema que permite abastecer y cumplir estas demandas de manera permanente controlando su consumo y almacenamiento el exceso sin arriesgar la vida útil de sus componentes. “Una vez generada la energía, esta es medida y controlada de manera inteligente, lo cual optimiza y mejora este nuevo concepto”. Según SolarEdge, 2020. De acuerdo a lo que se muestra en la figura 05.

Figura 05

Sistema Fotovoltaico Inteligente

/ La solución residencial completa de SolarEdge



Nota. Sistema Fotovoltaico Inteligente. De SolarEdge 2020

La Batería.

Es un equipo con la capacidad de transformar la energía eléctrica en química y viceversa, mediante un proceso electroquímico gracias a las propiedades de sus componentes almacenándola en su interior para su posteriormente utilización, brindando una tensión estabilizada cuando sea solicitada.

La codificación en su cuerpo indica lo siguientes tal como se muestra en la figura 06:

- 1: AH (Amperios-hora): Amperios a una descarga lenta. Esta se ve afectada por la temperatura si esta sobre las especificaciones su capacidad se reduce y al contrario afecta la vida útil.
- 2: Ancho y Altura de la batería.
- 3: Longitud de la batería,
- 4: Posición de borne negativo.

También tenemos los siguientes puntos:

CA (Capacidad de arranque) Amperios a 0 °C, durante 30 segundos y sin bajar de 7.2 V

CCA (Cold Cranking Amperage): Amperios de arranque en frío.
Temperatura ideal 21°

RC (Reserva de carga): Minutos p/entregar amperios sin bajar de 10.5 V
Número de veces de carga y descarga, esta variable es la que define la vida útil de la batería, es por eso que debemos siempre trabajar a máxima carga y esta función debe estar controlada en el sistema.

Inversores o Convertidores

Son componentes equipados con materiales electrónicos que ayudan a pasar la corriente DC a AC. En el caso de las instalaciones aisladas, es necesario que los inversores sean auto-conmutados, es decir, que no dependan de una fuente externa de energía. Además, para garantizar un correcto funcionamiento de las cargas electrónicas, se recomienda utilizar un inversor que produzca una tensión con onda sinusoidal pura, similar a la del sistema estándar eléctrico.

En cuanto a las especificaciones técnicas y ensayos de los componentes de sistemas fotovoltaicos de hasta 500 Wp. Por su trabajo expuesto al exterior este debe ser clasificado con un grado de protección IP 54.

El consumo de energía del inversor sin carga suministrada no debe superar el 2% de la potencia nominal de salida. Por otro lado, las pérdidas diarias causadas por el inversor no deben exceder el 5% del consumo total diario.

Elementos de Protección

Es por reglamento y cumplimiento de las normas técnicas que todo circuito cuente con sistemas de protección adicionales a los propios de la unidad de control, es aquí donde se diseñan y seleccionan interruptores termomagnéticos y diferenciales para protegerse por sobretensión y sobre corriente, Se recomienda estar en un intervalo del 65% +/- 10% de la capacidad de corriente y tensión del circuito.

Cables

Para la transmisión de la energía generada y suministrada del sistema se deben realizar a través de los cables de conexión, los cuales en base a un cálculo se verifica que cumpla y estén dentro de la capacidad del amperaje permitido y la caída de tensión especificadas en las normas técnicas. Con tal de salvaguardar la vida humana y los equipos que estén conectados.

Estas conexiones deben ser diseñadas por un ingeniero eléctrico ya que sus planos serán la base para una generación y transición óptima, además para

las cotizaciones respectivas, sin generar sobrecostos al proyecto haciéndolos más factibles.

Como los componentes del sistema están diseñados para más de 20 años estas deben ser megadas cada año para asegurar que su aislamiento, resistencia y conexiones estén dentro de las especificaciones reduciendo así las pérdidas. Con personal autorizado y certificado de tal manera que no se afecten los equipos del sistema.

Estructura de Soporte

El tipo de estructura depende de las condiciones climatológicas, la aplicación y los requerimientos específicos de cada proyecto. Para nuestro caso, analizaremos si se debe utilizar seguidores solares o un sistema fijo.

Sistema Fijo: Este sistema está fijo y para ello se debe realizar un estudio de determinación de la inclinación adecuada su mantenimiento es mínimo, es la estructura que genera menor eficiencia, pero es la más económica y se debe considerar la lluvia y efecto de sombras en la elección de la inclinación.

Seguidores solares: Especialmente en cielos despejados, con alto efecto de radiación directa (nubosidad baja), se suele utilizar seguidores solares. Estos incrementan los costos iniciales, ya que se necesitan sistemas de control para modificar la inclinación (seguir al sol), un motor, engranajes y demás elementos mecánicos. Además, se necesitan realizar un mantenimiento a estos equipos mecánicos. Sin embargo, al seguir al sol en su trayectoria, suelen incrementar las potencias generadas.

Existen diversos tipos de seguidores solares en la actualidad, como son los seguidores de un solo eje: Horizontal, vertical, polar y los seguidores doble eje. El seguidor de potencia pico máxima (MTPP) es un aparato electrónico, puede estar incluido en el controlador, que regula la resistencia, de tal manera que el voltaje de operación del panel varíe y este ofrezca el máximo valor posible.

Concentrador Solar: Actualmente, mediante lentes y vidrios con curvas, se puede focalizar la radiación en pequeñas áreas y así aumentando la potencia que los paneles pueden producir. A esta tecnología se le conoce como CPV (Concentrated photovoltaic), lo negativo es que la radiación difusa no puede ser concentrada, y se requiere de un sistema más potente de ventilación para mantener los equipos a una temperatura recomendada. Se prefiere utilizar sistemas no concentradores, ya que son más simples y económicos. Aunque en unos años es probable que esta tecnología sea más utilizada.

En este punto se han dado pasos enormes en su ingeniería de tal manera de adaptarse a los soportes naturales de cada casa, edificio e industria, como son los techos que pueden ser planos o en forma de bóvedas, en enero de este año en la PUCP, se han mostrado desarrollos locales de paneles solares flexibles y adaptables, lo cual sigue reduciendo los costos de la implementación de los sistemas solares.

Para los próximos años tenemos incluso que se van a aprovechar las paredes y toda superficie que reciban las radiaciones solares de tal manera de adquirir esta energía con el único objetivo es ser autosostenible energéticamente.

2.2.3 Eficiencia Energética

Para Tacca y Mostajo (2017); define a la “eficiencia energética como el cociente entre la energía producida o generada por el sistema y la cantidad de energía suministrada a solicitud de las cargas requeridas”, apuntando a consumir menos manteniendo igual y las mismas prestaciones o servicios solicitadas. Queda claro que no es reducir las cargas o prestaciones sino mantenerlas o aumentarlas.

Es aquí donde entran las medidas de carácter tecnológico, producto de las investigaciones realizadas en las instituciones públicas y privadas. En búsqueda de nuevas formas de generarlas dentro de ellas se encuentran las renovables o naturales ya que además no deben afectar el medio.

Otras medidas y es la que están a nuestro alcance es la cultura de las buenas prácticas energéticas, siendo consciente desde la compra del artefacto eléctrico, cuanto consume y si cuentan con su etiqueta de alta eficiencia energética.

Lógicamente están las medidas de control gubernamental y dentro de ellas está el pago por GEI, el reglamento de la generación distribuida individual y otras que ayuden a invertir y generar mano de obra de obra especializada.

2.2.4 Marco Legal

Política Energética de Estado Perú 2010-2040 (Decreto Supremo N° 064-2010-EM).

Propuesta por el Ministerio de Energía y Minas, tiene como visión: Un sistema energético que satisface la demanda nacional de energía de manera segura, oportuna, sostenible y eficiente, que se soporta en la planificación y en la investigación e innovación continua.

Cuenta con nueve objetivos de política, y siendo el más resaltante para nuestro tema el objetivo N° 4: Contar con la mayor eficiencia en la cadena productiva y de uso de la energía, que incluya la aplicación productiva intensiva.

Ley de promoción de uso eficiente de la energía y su reglamento. Ley N° 27345

Ley de Promoción del Uso Eficiente de la Energía, declara de interés nacional la promoción del Uso Eficiente de la Energía (UEE) para asegurar el suministro de energía, proteger al consumidor, fomentar la competitividad de la economía nacional y reducir el impacto ambiental negativo del uso y consumo de los energéticos”.

Su Reglamento, el Decreto supremo N°053-2007 MINEM del 22-10-2007, tiene entre uno de sus objetivos Elabora indicadores de consumo de energía de los sectores industrial y de servicios para que sirvan de orientación al resto de empresas.

Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables (Decreto Legislativo N° 1002).

Tiene por objeto promover el aprovechamiento de los Recursos Energéticos Renovables (RER) para mejorar la calidad de vida de la población y proteger el medio ambiente, mediante la promoción de la inversión en la producción de electricidad.

El presente Decreto Legislativo es de aplicación a la actividad de generación de electricidad con RER que entre en operación comercial a partir de la vigencia del presente Decreto Legislativo. La obtención de los derechos eléctricos correspondientes, se sujeta a lo establecido en el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas, su Reglamento y normas complementarias.

Reglamento de la Ley de promoción de la inversión para la generación de electricidad con el uso de energías renovables (D.S. N° 012-2011-EM).

El Reglamento tiene por objeto establecer las disposiciones reglamentarias necesarias para la adecuada aplicación de la ley a fin de promover el desarrollo de actividades de producción de energía eléctrica a base del aprovechamiento de RER (Recursos Energéticos Renovables).

Plan energético Nacional 2014-2025.

Este documento analiza las medidas de política sectorial a implementar, además, destaca los proyectos de inversión que se relacionan con los objetivos sectoriales básicos; es decir contar con un abastecimiento energético competitivo, lograr la seguridad y el acceso universal al suministro energético, y desarrollar los proyectos energéticos con mínimo impacto ambiental y bajas emisiones de carbono en un marco de desarrollo sostenible. En cuanto a eficiencia energética, menciona que para el periodo 2014 – 2025 se impulsará una política de eficiencia energética dirigida a la disminución de la dependencia externa, el aumento de la competitividad del sector energía, menores impactos ambientales y mejora en el acceso a la energía.

2.3 Marco Conceptual

- Constante solar: “Cantidad de energía solar que incide sobre una superficie (1 m²/ segundo)”. Rosar, 2021
- Consumo eléctrico: Es la integral de la potencia activa en un intervalo de tiempo y su unidad de medida es el kilowatt hora (kWh).
- Corriente alterna (AC): Es la cadena de movimientos tipo efecto domino que se da entre los electrones de los conductores a raíz de una diferencia de potencial entre un punto y otro. Su unidad de medida es el amperio.
- Corriente continua (DC): Es la cadena de movimientos tipo efecto domino que se da entre los electrones de los conductores sin que esta varíe en función. Su unidad de medida es el amperio.
- Energía: Es la capacidad para realizar un trabajo. Se mide en julio.
- Irradiación: Es la cantidad de energía proveniente de la iluminación solar que se posa sobre una superficie por un lapso de tiempo. Se suele medir en Wh/m² o unidades equivalentes
- Irradiancia: Es la cantidad de energía proveniente de la iluminación solar que se posa sobre una superficie en un instante de tiempo. Se suele medir en W/m² o unidades equivalentes.

III. MARCO METODOLOGICO

3.1 Diseño de Investigación

El presente trabajo de investigación tiene un diseño descriptivo no experimental, ya que busca observar los fenómenos en su ambiente natural, sin manipulación de las variables.

En este caso la variable independiente, que no se manipula es la facturación mensual, ya que es producto de una tarifa definida por Osinergmin de acuerdo a la regulación vigente, por el consumo energético de la vivienda. El estudio investiga una nueva fuente energética, producida por el sistema fotovoltaico domiciliario.

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación es básica, con un enfoque cuantitativo, ya que parte de una secuencia de pasos que utiliza toda la información accesible para validar la hipótesis, siempre confrontada matemática y estadísticamente para definir los patrones que se encuentran en el proceso y podamos concluir probando o desaprobandando las hipótesis o teorías propuestas inicialmente.

En la práctica, esta investigación nace de una idea que se enmarca generando objetivos y consultas, basados en el marco de una perspectiva académica.

El estudio se fundamenta en una serie de preguntas y consultas específicas que permiten formular hipótesis claras, así como identificar las variables independientes y dependientes. Estos elementos son esenciales para establecer la ruta metodológica que oriente el proceso de diseño de sistemas fotovoltaicos domiciliarios. Finalmente, se evalúan las hipótesis iniciales y se extraen conclusiones significativas que demuestran la viabilidad de la implementación de estos sistemas como una estrategia efectiva para reducir la factura eléctrica.

Nuestro país se encuentra en una situación complicada con la energía, al igual que otros países en desarrollo. La demanda energética crece de manera constante, porque la población crece y porque queremos mejorar nuestra economía.

Ante esta situación, nuestro país, ha comenzado a reconocer la importancia de diversificar la matriz energética hacia fuentes más limpias y renovables.

El potencial de crecimiento de los SFV en Perú es significativo debido a:

- Perú cuenta con una alta radiación solar, en especial en la zona norte, lo que representa una oportunidad para su aprovechamiento
- Incentivos Económicos: A pesar de las barreras actuales, hay un interés creciente en la inversión en energía renovable, con proyectos en fase preoperativa que superan los 23.000 MW.
- Beneficios Ambientales: La transición hacia energías renovables contribuirá a la descarbonización de la matriz energética y al desarrollo sostenible.

Este estudio es importante porque:

- Contribuye a un mejor entendimiento de las barreras actuales y cómo superarlas.
- Promueve la tecnología fotovoltaica como una solución viable y sostenible para el Perú.
- Subraya la necesidad de políticas de incentivos y una infraestructura adecuada para fomentar la adopción de sistemas fotovoltaicos.

Existen limitaciones de este estudio debido a una muestra tan pequeña, sin embargo, dado que esta tecnología es incipiente, consideramos importante realizar esta investigación.

En el análisis y resultados mostraremos las contribuciones de esta investigación, en especial para atender las necesidades de un segmento importante de hogares que pueden implementar esta nueva tecnología y reducir la factura del servicio eléctrico.

3.3 Población y Muestra.

En el presente estudio se considera una población de noventa familias usuarios con nuevos medidores de energía eléctrica de ENSA en la zona ubicada entre las Avenida Sáenz Peña, Calle Tarata, Calle Tacna y Calle Faustino Sarmiento.

Para obtener una muestra representativa se aplicó la MIL-STD-105D, que es una norma de muestreo.

Como resultado se seleccionaron cinco hogares que serán objeto del estudio, como se muestra en el anexo 03.

3.4 Materiales, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

Aplicando los conceptos de la academia para su validez se utilizan estas herramientas para recabar la data base de todos los valores que son parte de este estudio.

Dentro de las herramientas para obtener esta información objetivamente hemos utilizado una encuesta con su ficha técnica que se anexa en el estudio, para la definición de las cargas que conforman el proceso.

También la data del sistema inteligente que se instaló como parte del nuevo sistema de control.

Por parte de la familia del predio definido, se solicitó el permiso para acceder a sus recibos de facturación mensual que emite el concesionario desde el 2022 hasta la fecha, de los cuales se analizaron los consumos energéticos.

De las entidades académicas se accedió al entorno de la NASA, utilizando el software RETScreen Expert, para los parámetros ambientales en las coordenadas del predio analizado.

De los proveedores especializados se obtuvo la mejor configuración posible llegando a un diagrama unifilar óptimo para la selección de materiales, otro aporte fue el diseño de la ubicación de los equipos para no generar sombras, tener la inclinación técnica que depende de la latitud junto al soporte de la azotea en donde se montaron los paneles solares.

3.5 Validación y Confiabilidad de los Instrumentos.

Para definir la confiabilidad se utilizó la confiabilidad denominado Alfa de Cronbach utilizadas en la estadística experimental.

3.6 Métodos y procedimientos para la recolección de datos.

Se solicitará a las cinco familias sus recibos emitidos por ENSA de los periodos 2022 al 2023, del mismo modo se realizaran las encuestas. También se solicitará a ENSA las proyecciones tanto de máxima potencia y de consumo de energía de tal manera que tengamos un FS de 1.3 en el diseño del sistema fotovoltaico y cubra los tres años de retorno de la inversión, una vez obtenida la información se trabajará en Excel su análisis.

IV. DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo utiliza la "Metodología Generalizado de Procedimiento en el Proceso de Diseño", sus principales características son la facilidad de uso, la intuición y los criterios y objetivos claros fijados por el diseñador, que regulan lo que se debe hacer para aplicar el método. Este enfoque optimiza en cada paso, permitiendo a los diseñadores buscar criterios de evaluación específicos y detallados que cumplan con los estándares y conduzcan a dicha optimización; para que los diseñadores reciban y entreguen soluciones implementadas, aumentando así su efectividad y logrando o superando los resultados iniciales.

El método ofrece cuatro fases básicas en el proceso de diseño, que son: Comprensión de la solicitud. Concepción de la solución. Elaboración del proyecto. Elaboración de detalles.

4.1 Metodología del Sistema Fotovoltaico

4.1.1 Comprensión de la Solicitud

Considerando la zona ubicada entre las Avenida Sáenz Peña, Calle Tarata, Calle Tacna y Calle Sarmiento de los cuales aplicando la MIL-STD-105D obtenemos la muestra de cinco hogares que serán objeto del estudio (Mínimo a C: 5 casas). Para comprender mejor la solicitud, se analizarán los siguientes resultados de la encuesta realizada.

Pregunta 01 ¿Qué es una fuente de energía?

- | | |
|---|---------|
| 1 | Si |
| 2 | Tal vez |
| 3 | No |
| | Total |

Pregunta 02 ¿Sabe si usted puede generar su propia energía?

- | | |
|---|---------|
| 1 | Si |
| 2 | Tal vez |
| 3 | No |
| | Total |

Pregunta 03 ¿Conoce los paneles solares?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 04 ¿Conoce el funcionamiento de los paneles solares?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 05 ¿Conoce los beneficios del sistema fotovoltaico?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 06 ¿Cuánto paga en promedio mensual de energía eléctrica?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 07 ¿Sabe de las buenas prácticas de consumo eléctrico?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 08 ¿Sabe cuál es equipo que más consume en su hogar?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 09 ¿Sabe si podría instalar un sistema fotovoltaico en su hogar?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

Pregunta 10 ¿Le gustaría pagar menos en su facturación sin afectar al medio ambiente?

- 1 Si
- 2 Tal vez
- 3 No
- Total

La encuesta utilizada estuvo conformada por diez preguntas a cinco de un total de noventa familias, para adquirir información importante para construir la lista de exigencia que corresponde a la siguiente etapa del diseño.

Para validar la encuesta utilizada se procedió a calcular el factor de corrección finita:

$$FPC = \sqrt{\frac{N - n}{N - 1}} = \sqrt{\frac{90 - 5}{90 - 1}} = 0.98$$

De donde concluimos que con un valor del 2% ($\leq 5\%$) esta si cumple!

4.1.2 Concepción de la Solución

Como resultado de la encuesta, tenemos los insumos para la elaboración de la lista de exigencias que se definen como

“Los problemas que pueden ser exigencias y deseos de los clientes en este caso los familiares del predio seleccionado, a trabajar para minimizarlos o eliminarlos” VDI 2225, (1997)

En la Tabla 05 se muestran un grupo de requerimientos que deberá cumplir la solución, provista en la siguiente etapa de la metodología mencionada.

Tabla 05

Lista de Exigencias

LISTA DE EXIGENCIAS			Edición Rev: 1
PROYECTO	Sistema Fotovoltaico con Medición Inteligente para Disminuir la Facturación del Servicio Eléctrico en la Región Lambayeque		Fecha 04/03/24
CLIENTE	UNIVERSIDAD PARTICULAR DE CHICLAYO ESCUELA DE POSTGRADO ALTAGORA		Elaborado APG
PRIORIDAD	DESEO (D) EXIGENCIA (E)	DESCRIPCION	RESP
1	E	La energía provendra de los paneles fotovoltaicos	APG
2	E	Debera cumplir el Reglamento Nacional de Edificaciones	APG
3	E	La estación no pondra en riesgo a los usuarios de la misma	APG
4	E	La corriente sera controlada para que no dañe a los equipos	APG
5	E	El soporte debe ser capaz de resistir 10 años como mínimo	APG
6	E	Se orientara para la mayor radiación solar posible	APG
7	D	Se ubicará en un lugar con pocas sombras	APG
8	D	Los componentes serán ubicados para disminuir el cableado	APG
9	D	La estructura y toma corrientes deben ser de fácil acceso	APG
10	D	Materiales de larga duración y con poco mantenimiento	APG

Nota. Elaboración Propia.

4.1.3 Ubicación del Proyecto

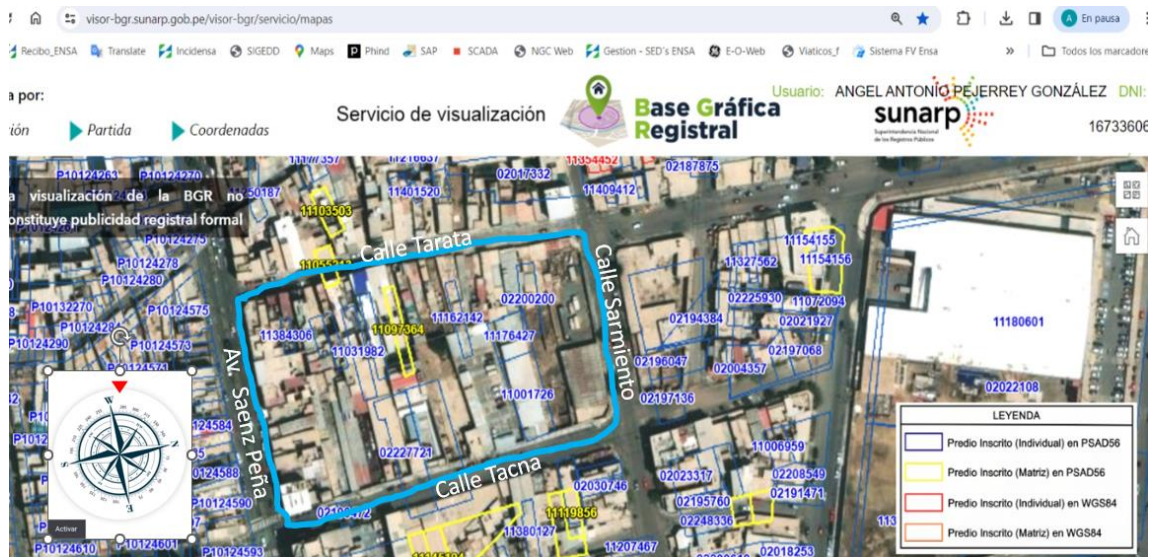
Cabe mencionar que de los cinco planes pilotos instalados, se considera este predio como diseño, ya que sus resultados obtenidos se podrían escalar dependiendo de las cargas y de la zona de radiación.

Gracias a las herramientas digitales se ha podido determinar que el predio este georeferenciado con una: Latitud 6.8° S y Longitud 79.8° O.

En la figura 07 se muestra, en el cual indica la orientación solar.

Figura 07

Ubicación del Predio

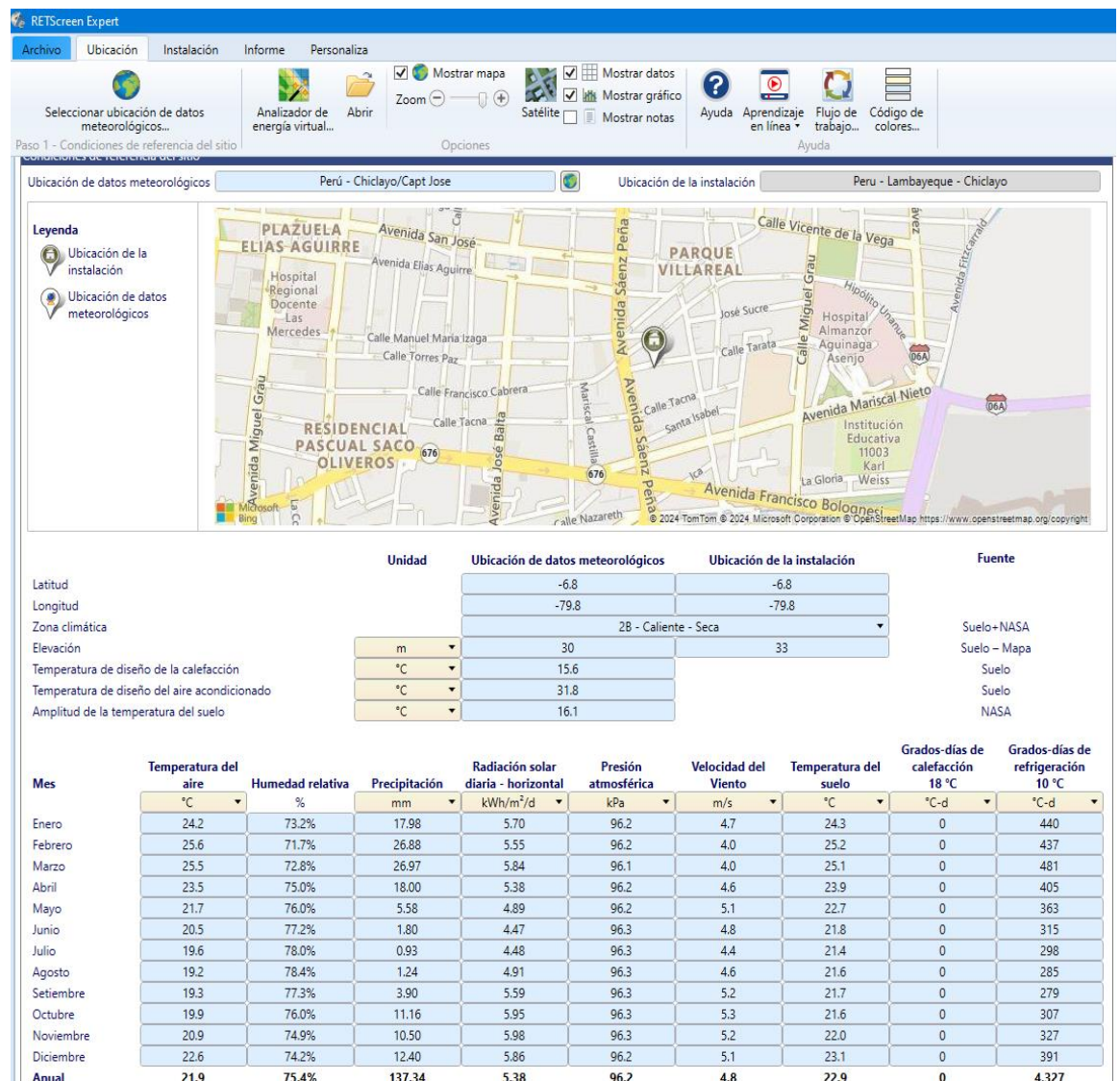


Nota. RETScreen Expert. De NASA. 2024

El sistema se ubicará en la Calle Tarata 132, Chiclayo, Perú. Con esta información y aplicando la plataforma RETScreen Expert proporcionado por National Aeronautics and Space Administration, obtenemos las variables necesarias para el siguiente paso de la metodología mencionada. Tal como se muestra en la Figura 08.

Figura 08

Data Meteorológica



Nota. RETScreen Expert. De NASA. 2024

De la figura 07, se puede evidenciar que en el mes de junio la radiación solar fue de 4,47 kWh/m²/día, contrario a lo que se pensaba que era en invierno la menor es decir entre julio y setiembre.

Continuando con la metodología se tomará este dato para realizar los cálculos y aplicar los factores correspondientes de tal manera que aseguremos cubrir la demanda de las cargas energéticas solicitadas por el predio en cual estación del año.

4.1.4 Determinación de la Carga

En este punto como dato referencial se utilizó la calculadora energética del Ministerio de Energía y Minas evaluando las cargas reportadas piso por piso del edificio multifamiliar. En la tabla 06 se muestra el detalle del mismo.

Tabla 06

Demanda Energética del Predio.

IT	QTY (Und)	EQUIPO (Electrodomesticos)	VOLTAJE (V)	AMPERIOS (A)	POTENCIA (W)	DEMANDA (W)	HORAS (h)	FACTOR UTILIZA	FACTOR CABLEA	FACTOR BATERIA	CONSUMO (kWh/día)
1	1	Lavadora	220.00	6.00	1320.00	1320.00	1.00	0.05	0.90	0.98	0.07
2	1	Licuadaora	220.00	1.50	330.00	330.00	0.20	0.04	0.90	0.98	0.00
3	47	Lamparas	220.00	0.19	41.80	1964.60	7.00	0.50	0.90	0.98	7.80
4	1	Plancha	220.00	4.00	880.00	880.00	0.20	0.05	0.90	0.98	0.01
5	3	Laptop	220.00	0.30	66.00	198.00	4.00	0.20	0.90	0.98	0.18
6	4	Televisores	220.00	1.50	330.00	1320.00	4.00	0.40	0.90	0.98	2.39
7	4	Therma	220.00	10.00	2200.00	8800.00	0.50	0.05	0.90	0.98	0.25
8	2	Equipo de Sonido	220.00	1.80	396.00	792.00	1.00	0.09	0.90	0.98	0.08
9	1	Motor puerta cochera	220.00	0.50	110.00	110.00	0.20	0.04	0.90	0.98	0.00
10	1	Bomba de agua	220.00	3.50	770.00	770.00	0.20	0.07	0.90	0.98	0.01
11	1	Refrigeradora	220.00	1.00	220.00	220.00	8.00	0.40	0.90	0.98	0.80
12	1	Horno microndas	220.00	5.00	1100.00	1100.00	0.20	0.03	0.90	0.98	0.01
13	1	Olla arrocera	220.00	3.00	660.00	660.00	0.30	0.03	0.90	0.98	0.01
14	5	Ventiladores	220.00	0.50	110.00	550.00	3.00	0.20	0.90	0.98	0.37
15	1	Masajeador	220.00	1.00	220.00	220.00	1.00	0.05	0.90	0.98	0.01
16	1	Equipo de Grabación	220.00	0.90	198.00	198.00	24.00	1.00	0.90	0.98	5.39

17.39

Nota. Elaboración Propia.

Además, se tomó la información de la facturación del predio, recibida del concesionario mensualmente del año 2022, mostrada de manera consolidada en la tabla 07.

Tabla 07

Demanda Factura del Predio

	CONSUMO	ENERGIA
	2022	kWh/día
ENERO	430	14.3
FEBRERO	420	14.0
MARZO	398	13.3
ABRIL	420	14.0
MAYO	430	14.3
JUNIO	400	13.3
JULIO	400	13.3
AGOSTO	440	14.7
SETIEMBRE	450	15.0
OCTUBRE	460	15.3
NOVIEMBRE	440	14.7
DICIEMBRE	430	14.3

Nota. Elaboración Propia.

4.1.5 Detalle del Sistema Fotovoltaico

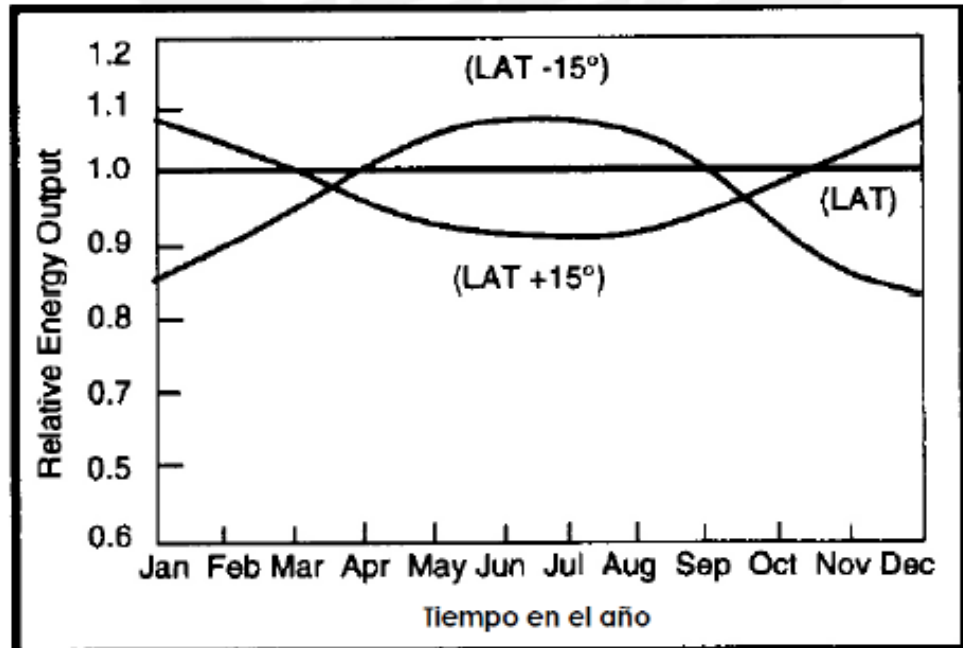
Inclinación y Radiación

Este parámetro es uno de los más importantes para el sistema solar ya que influye en proporcionar el máximo rendimiento energético del sistema

Tal como se muestra en la figura 09. La latitud del predio si fuera mas o menos de 15° se vería afectado.

Figura 09

Generación de Energía vs Latitud



Nota. Selección de sistemas fotovoltaicos". De Miguel Ángel Hadzich Marín. 2014

Una vez definido que sería un sistema fijo e independiente, se procede a determinar la inclinación, teniendo en cuenta que la latitud del predio ubicado en la ciudad de Chiclayo que es de $L: 6.8^\circ$

Se obtienen los siguientes resultados:

Inclinación verano:

$$L + 15 = 21.8^\circ$$

Inclinación invierno:

$$L - 20 = -13.2^\circ$$

Inclinación óptima:

$$3.7 + (L \times 0.69) = 8.39^\circ$$

Cálculo de la Relación Consumo/Recurso

Habiendo calculado la demanda energética mostrada en la tabla 06 y la demanda de la facturación del concesionario de la tabla 07, se define para cada caso el CDem y CFact. Unido al cálculo registrado de la radiación sobre el predio del RETScreen Expert, procedemos a realizar el diseño del sistema fotovoltaico.

En ambos casos se toma el valor de CDem y CFact en los meses de junio y agosto respectivamente cruzándolo con la de menor radiación, de la cual obtenemos:

$$R = \frac{CDem}{Recurso}$$

$$R = \frac{CFact}{Recurso}$$

De la tabla 08 observamos que en el mes de junio se obtiene 3.89/m²

Tabla 08

Relación C/R

	RECURSO (kWh/día)	CDem kWh/día	CFact kWh/día	CDem/R (m ²)	CFact/R (m ²)
ENERO	5.70	17.39	14.33	3.05	2.51
FEBRERO	5.55	17.39	14.00	3.13	2.52
MARZO	5.84	17.39	13.27	2.98	2.27
ABRIL	5.38	17.39	14.00	3.23	2.60
MAYO	4.89	17.39	14.33	3.56	2.93
JUNIO	4.47	17.39	13.33	3.89	2.98
JULIO	4.48	17.39	13.33	3.88	2.98
AGOSTO	4.91	17.39	14.67	3.54	2.99
SETIEMBRE	5.59	17.39	15.00	3.11	2.68
OCTUBRE	5.95	17.39	15.33	2.92	2.58
NOVIEMBRE	5.98	17.39	14.67	2.91	2.45
DICIEMBRE	5.86	17.39	14.33	2.97	2.45

Nota. Elaboración Propia.

Dimensionamiento de Paneles

Considerando un consumo de demanda de 17.39 kW/día, en este punto dentro de la gama elegimos los paneles de las siguientes características:

TIPO: MONOCRISTALINO

MAXIMUM POWER OUTPUT: 480-510W

POSITIVE POWER TOLERANCE: 0~+5W

MAXIMUM EFFICIENCY: 21.1%

VMP: 43.2 V

VOC: 52.1 V

IMPP: 11.81 A

ISC: 12.42 A

DIMENSIONES: 2187×1102×35 mm

PESO: 26.5 kg

Para el cálculo de la energía, tenemos:

$$E = Potencia \cdot Recurso$$

$$E = 0.51 \cdot 4.47 = 2.28 \text{ kWh/día}$$

Entonces tenemos para la cantidad de paneles, consideramos un FS: 1.2

$$N = \frac{CDem}{E} \cdot FS = \frac{17.39}{2.28} \cdot 1.2 = 9.15$$

Tomamos: 10 paneles solares.

Para este proyecto piloto (1° etapa) se decidió trabajar con:

Modulo Solar Trina TSM-DE18M(II) DE 500Wp Monoperc Half Cell

Cantidad: 02

Selección de Inversor

Dentro de la gama de opciones elegimos un inversor como prueba piloto de 700 W para convertir la corriente DC en AC proveniente de los paneles cada uno de 500 W.

Para este proyecto piloto se decidió trabajar con:

Solis Mini 0.7kw Single phase MPPT with WIFI Sitcker S6-GR1P0.7K-M

Cantidad: 01

Selección de Control Remoto del Inversor

Este sistema con WIFI ha sido crucial para los ahorros energéticos desarrollados en el capítulo seis, ya que nos muestra las demandas versus lo generado hora a hora, pudiendo así tomar las decisiones oportunamente sin esperar el recibo de fin de mes. La selección, esta asociada al tipo de inversor.

Para este proyecto piloto se decidió trabajar con:

Plugin WIFI Stick compatible with entire range S3-WIFI-ST

Cantidad: 01

Selección del Medidor de energía monofásico

El medidor de energía es adecuado para el monitoreo del sistema energético que en este caso se ha conectado directamente al sistema domiciliario, la gestión del lado de la demanda de energía y otras aplicaciones. Está especialmente diseñado para inversores solares. Puede medir parámetros eléctricos que incluyen corriente, voltaje, potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, frecuencia, factor de potencia, etc. Admite medición de energía de tarifas múltiples, medición de energía de cuatro cuadrantes, análisis de armónicos y monitoreo de energía.

Para este proyecto piloto se decidió trabajar con:

ACR 10R-D16TE Solis

Cantidad: 01

Dimensionamiento del Cableado

En el cálculo de la corriente admisible se utilizó la siguiente formula:

$$I_{adm} \geq k_n \cdot k_t \cdot I_{sección}$$

Donde:

k_n : Factor de agrupación dado por la Tabla 09

k_t : Factor de temperatura dado por la Tabla 10

$I_{sección}$: Corriente por sección, de acuerdo a la Tabla 11.

Tabla 09

Factor de Agrupación

Ítem	Disposición (en cuanto a cables)	Número de circuitos o cables multipolar											A usarse con capaci- dades de corriente nominal, referencia	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16		20
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie empotrados o encerrados	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	4 a 8 Métodos A a F
2	En una capa sobre una pared, piso o bandeja no perforada	1,00	0,85	0,79	0,75	0,73	0,72	0,72	0,71	0,70	No más factores de reducción para más de nueve circuitos o cables multipolares			4 a 7 Método C
3	En una capa fijado directamente bajo un techo de madera	0,95	0,81	0,72	0,68	0,66	0,64	0,63	0,62	0,61				
4	En una capa sobre una bandeja perforada horizontal o vertical	1,00	0,88	0,82	0,77	0,75	0,73	0,73	0,72	0,72				8 a 9 Métodos E y F
5	En una capa sobre un soporte de bandeja de escaleras, o listones, etc.	1,00	0,87	0,82	0,80	0,80	0,79	0,79	0,78	0,78				

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 10










Factor de Temperatura

Temperatura ambiente [°C]	PVC		XLPE o EPR		MI - Mineral * (al aire)	
	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cables al aire	Cables en ductos enterrados	Cubierta de PVC o desnudo y expuesto al contacto 70°C	Desnudo no expuesto al contacto 105 °C
10	1,22	1,10	1,15	1,07	1,26	1,14
15	1,17	1,05	1,12	1,04	1,20	1,11
20	1,12	1,00	1,08	1,00	1,14	1,07
25	1,06	0,95	1,04	0,96	1,07	1,04
30	1,00	0,89	1,00	0,93	1,00	1,00
35	0,94	0,84	0,96	0,89	0,93	0,96
40	0,87	0,77	0,91	0,85	0,85	0,92
45	0,79	0,71	0,87	0,80	0,87	0,88
50	0,71	0,63	0,85	0,76	0,67	0,84
55	0,61	0,55	0,76	0,71	0,57	0,80
60	0,50	0,45	0,71	0,65	0,45	0,75
65	-	-	0,65	0,60	-	0,70
70	-	-	0,58	0,53	-	0,65
75	-	-	0,50	0,46	-	0,60
80	-	-	0,41	0,38	-	0,54
85	-	-	-	-	-	0,47
90	-	-	-	-	-	0,40
95	-	-	-	-	-	0,32

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 11

Capacidad de Corriente

Área de sección transversal nominal del conductor mm ²	Método de Instalación de Acuerdo a la NTP 370.301 (IEC 60364-5-523)												
	A1		A2		B1		A1		A2		B1		
													
Aislamiento	PVC	PVC	PVC	XLPE ó EPR	XLPE ó EPR	XLPE ó EPR							
Temperatura	70 °C	70 °C	70 °C	90 °C	90 °C	90 °C							
Cantidad Conductores	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Cobre													
1,5	14,5	13,5	14	13	22	18	22	19,5	24	22	26	22	
2,5	19,5	18	18,5	17,5	29	24	30	26	33	30	34	29	
4	26	24	25	23	38	31	40	35	45	40	44	37	
6	34	31	32	29	47	39	51	44	58	52	56	46	
10	46	42	43	39	63	52	69	60	80	71	73	61	
16	61	56	57	52	81	67	91	80	107	96	95	79	
25	80	73	75	68	104	86	119	105	138	119	121	101	
35	99	89	92	83	125	103	146	128	171	147	146	122	
50	119	108	110	99	148	122	175	154	209	179	173	144	
70	151	136	139	125	183	151	221	194	269	229	213	178	
95	182	164	167	150	216	179	265	233	328	278	252	211	
120	210	188	192	172	246	203	305	268	382	322	287	240	
150	240	216	219	196	278	230	-	-	441	371	324	271	
185	273	246	248	223	312	258	-	-	506	424	363	304	
240	321	286	291	261	361	297	-	-	599	500	419	351	
300	367	328	334	298	408	336	-	-	693	576	474	396	

Nota. Elaboración Propia.

Para el cálculo de la caída de tensión se utilizó la siguiente fórmula:

$$\Delta U\% = \frac{0.0357 \cdot I_{adm} \cdot L \cdot \cos \phi}{A \cdot U} \cdot 100\%$$

Donde:

L: Longitud total del cableado tendido.

$\cos \phi$: Factor de potencia.

A: Área del cable.

U: Tensión de operación

Considerando y cumpliendo los límites establecidos en código nacional de electricidad, los resultados finales fueron:

Cable Solar 12AWG Negro. Cantidad: 20 m

Cable Solar 12AWG Rojo. Cantidad: 20 m

Cable 12AWG Indeco. Cantidad: 6 m

Dimensionamiento de Elementos de Protección

Para la protección por sobre corriente y sobre tensión se establecieron estar dentro 75% de la capacidad cumpliendo lo establecido en código nacional de electricidad y para este proyecto piloto se decidió trabajar con:

Interruptor Termomagnético DC 2P 16A 800V. Cantidad: 01

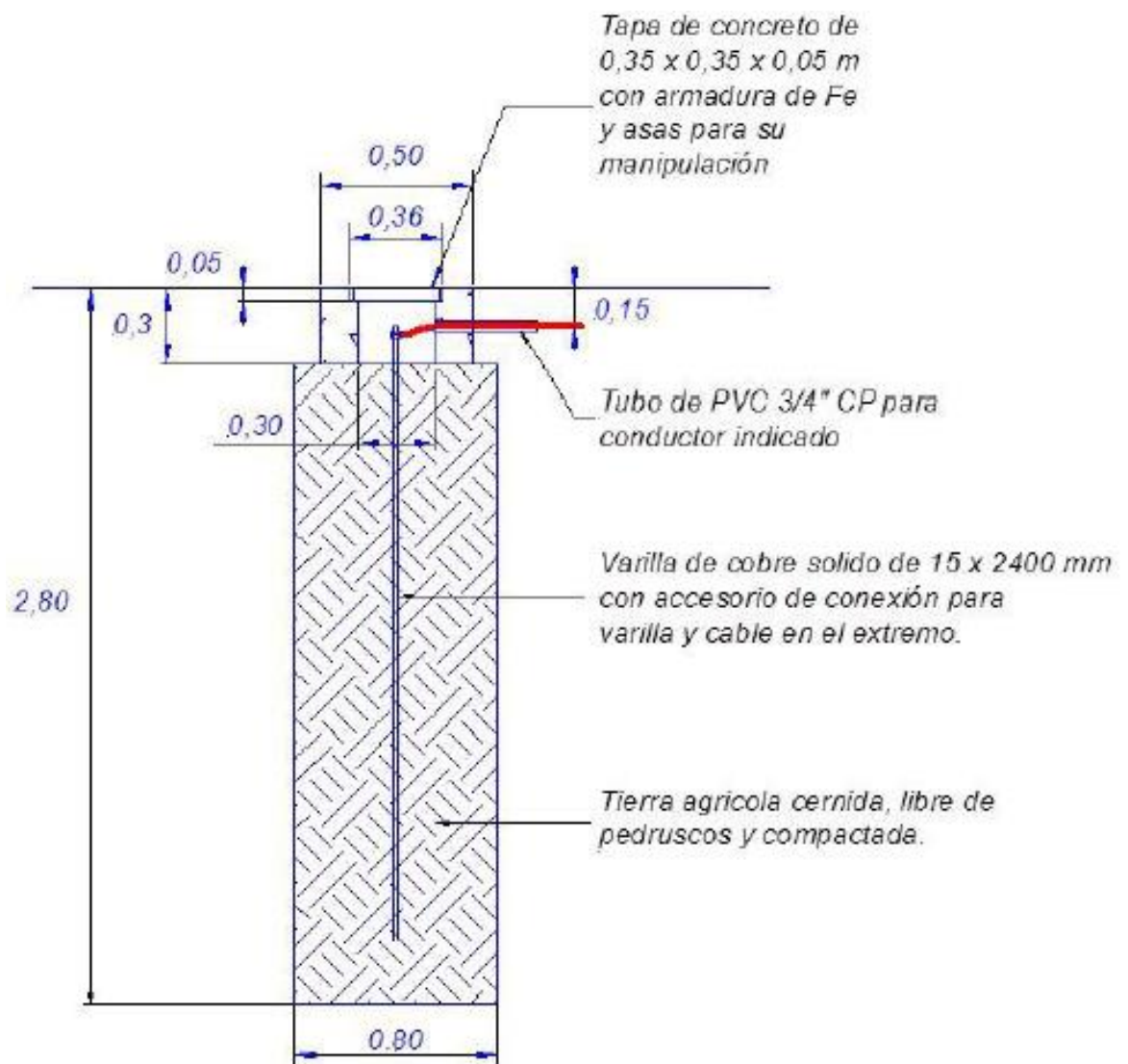
Interruptor Termomagnético AC 2P 10A Schneider. Cantidad: 01

Sistema de Puesta a Tierra

Una protección importante del sistema eléctrico sobre todo en este que se genera energía, y sobre todo que los equipos instalados si bien tienen un alto IP, puede ser que durante la instalación sufrieran roces que ocasionen pérdida de aislamiento y para evitar que el usuario sufra las consecuencias de un contacto eléctrico se instalan puestas a tierra tal como se muestra en la siguiente figura 10.

Figura 10

Sistema de Puesta a Tierra



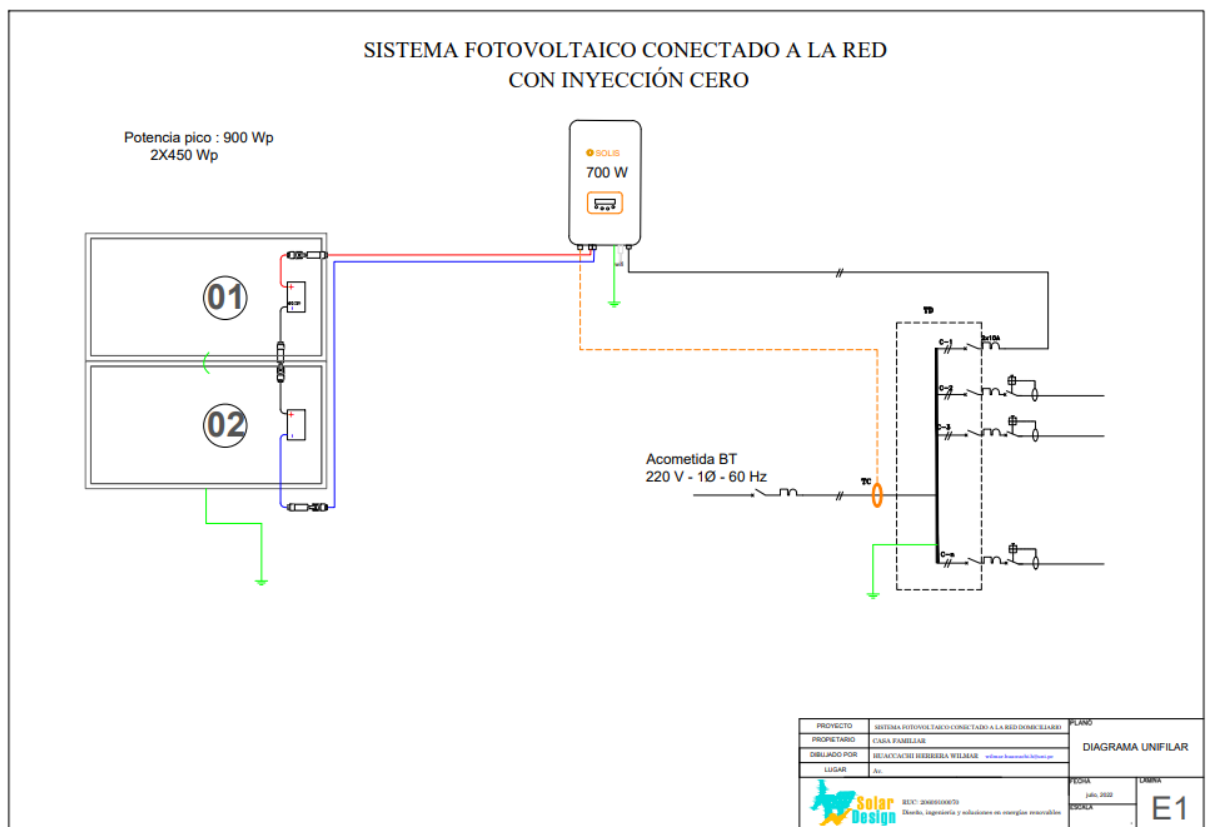
Nota. Elaboración Propia.

Diagrama Unifilar del Sistema

Con las demandas configuradas, ubicación del medidor y salida del sistema energético se plantea seguir la primera etapa del proyecto, para la cual se diseñó el siguiente diagrama unifilar tal como se muestra en la Figura 11.

Figura 11

Diagrama Unifilar



Nota. Elaboración Propia.

4.2 Montaje del Sistema Fotovoltaico

En este punto partimos definiendo si la estructura será fija o incluirá seguidores ya que depende directamente de la proporción de radiación directa frente a la radiación total.

Asimismo, la radiación directamente es indirectamente proporcional al índice de nubosidad y el criterio a seguir es que esta debe ser menor a 5 octas para considerar el uso de seguidores en la estructura donde se ubican los paneles solares.

En la Tabla 12. Se obtuvieron los datos climatológicos del sistema Des Clics Nomades SAS-France, donde se aprecia que el mínimo valor de nubosidad del predio es de 6 octas, con lo cual es recomendable utilizar un sistema fijo.

Tabla 12

Nubosidad en Chiclayo, 2023

	Nubosidad Octas
ENERO	5
FEBRERO	5
MARZO	5
ABRIL	6
MAYO	6
JUNIO	6
JULIO	6
AGOSTO	6
SETIEMBRE	6
OCTUBRE	6
NOVIEMBRE	6
DICIEMBRE	5
Promedio	6

Nota. Elaboración Propia.

Las tolerancias de fabricación de elementos de acero estructural, deberán seguir las indicaciones establecidas en ASTM A6.

Los tubos de acero estructural (HSS) deberán ajustarse a los requerimientos ASTM A500, grado B (42ksi). Las conexiones se realizarán mediante pernos inoxidables ASTM A304.

Las tolerancias en la fabricación en el taller, de los componentes de las estructuras de acero, deberán satisfacer los requerimientos estipulados en el AISC 303, Sección 6.

A los elementos galvanizados, se les aplicará una capa de zinc tras su fabricación, conforme a ASTM A123 y ASTM A153, según corresponda.

Se deberán preparar de acuerdo a SSPC-SP 8. Además, el peso mínimo de la capa de zinc será de 600 gramos por metro cuadrado de superficie.

Para la estructura soporte las conexiones fueron diseñadas de acuerdo a las definiciones contenidas en AISC 303, se utilizaron las columnas de concreto del predio y soportan vientos de 120 km/h, como mínimo.

La separación mínima entre los paneles fotovoltaicos deberá ser de 5 cm.

Considerando la ubicación del predio con una:

Latitud 6.8° S

Longitud 79.8° O

Obteniendo una inclinación de la estructura de 8.4°.

Los paneles solares se conectarán a la estructura tal como se muestra en la Figura 12.

Figura 12

Instalación de Sistema Fotovoltaico



Nota. Elaboración Propia.

V. ANALISIS ECONOMICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En este capítulo, se describirán todos los costos asociados en el proyecto, se elaborará un CAPEX y OPEX, asimismo, se describirán las implicaciones medio ambientales aterrizados en beneficios para el proyecto.

De los cinco planes pilotos instalados se considera solo el del predio ubicado en la Calle Tarata 132, Chiclayo, Lambayeque. Indicando que los resultados serian factibles de escalar en función de la carga conectada y zona de mayor radiación generada.

5.1 Costos

CAPEX

Se tomaron diversas cotizaciones y se listaron los siguientes precios referenciales de los componentes del sistema fotovoltaico. Tal como se muestran en la tabla 13, 14 y 15.

Tabla 13

Costos del Sistema Fotovoltaiico

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL
1	TSM-DE 18M (II)	Modulo Solar Trina de 500Wp Monoperc Half Cell	2	Und	\$ 199.85	\$ 399.70
2	S6-GR1P0.K-M	Solis Mini 0.7 kW Single phase MPPT with WIFI Stitcker	1	Und	\$ 318.00	\$ 318.00
3	S3-WIFI-ST	Plug WIFI compatible with entire ranqe	1	Und	\$ 45.00	\$ 45.00
4	ACR	ACR 10R-D16TE. Solis	1	Und	\$ 170.00	\$ 170.00
5	12AWGN	Cable Solar 12 AWG Negro	20	m	\$ 1.80	\$ 36.00
6	12AWGR	Cable Solar 12 AWG Rojo	20	m	\$ 1.80	\$ 36.00
7	MC-4	Conector Hembra + Macho	1	par	\$ 2.00	\$ 2.00
						\$1,006.70

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 14*Costos de la Estructura Soporte*

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL
1	Fabricacion	ALUMINIO Pisaq p/2 paneles	1	Set	\$ 183.00	\$ 183.00
2	Montaje	Personal especializado	2	HH	\$ 88.00	\$ 176.00
3	Base	Losa y pedestal	2.12	m3	\$ 80.00	\$ 169.60
						\$ 528.60

Nota. Elaboración Propia.

Tabla 15*Costos del Sistema Eléctrico*

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL
1	12AWG	Cable 12 AWG Indeco	20	m	\$ 1.21	\$ 24.20
2	10A	Interruptor Termomagnetico AC 2P	1	Und	\$ 21.50	\$ 21.50
3	16A	Interruptor Termomagnetico DC 2P	1	Und	\$ 13.00	\$ 13.00
4	PT	Sistema de Puesta a Tierra	1	Und	\$ 425.00	\$ 425.00
5	INSTA	Instalación del Sistema Eléctrico	1	Und	\$ 485.00	\$ 485.00
						\$ 968.70

Nota. Elaboración Propia.

EI CAPEX, Obtenido de la consolidación de costos del proyecto, tal como se muestra en la tabla 16, seria de:

Tabla 16*CAPEX*

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL
1	TABLA 13	Costo del Sistema Fotovoltaico	1	Mat	\$ 1,006.70	\$ 1,006.70
2	TABLA 14	Costo de la Estructura Soporte	1	Mat	\$ 528.60	\$ 528.60
3	TABLA 15	Costos del Sistema Eléctrico	1	Mat	\$ 968.70	\$ 968.70
4		Diseño del Sistema Completo	1	Est	\$ 2,000.00	\$ 2,000.00
						\$ 4,504.00

Nota. Elaboración Propia.

El OPEX

Los costos de operación del sistema fotovoltaico se reducen al mantenimiento, el cual es prácticamente nulo por los componentes del sistema presentan índice de protección (IP) elevados.

El mantenimiento de una instalación fotovoltaica no es muy complejo ya que la instalación es fija y además aislada. La inspección es visual en su mayoría y se deben verificar principalmente los siguientes puntos: el cableado, las conexiones, estado de los módulos, daños de la estructura por agentes voladores o impacto de las lluvias que ocasionen oxidación, verificar la caída de la diferencia de potencial, revisar las alarmas del sistema y por último verificar los sistemas de protección.

Con respecto a los precios del mercado estas actividades anualmente son de \$200.

5.2 Impacto Ambiental

Los factores de emisión de gases de efecto invernadero (GEI) son bonificados por el estado con \$ 7,17 por cada tonelada de CO₂, nuestro proyecto obtuvo 2 toneladas, tal como se muestra en la tabla 17.

Tabla 17

Ingreso por GEI

	ENERGIA kWh
Consumo Diario	14.2
Consumo Anual	5183.0
Factor Emision	
GEI (tCO ₂ /MW-h)	0.385
Emisiones	
GEI (tCO ₂ /MW-h)	2.00
Costo	
GEI (tCO ₂ /MW-h)	\$7.17
Total	\$14.31

Nota. Elaboración Propia.

VI. DISCUSION Y RESULTADOS

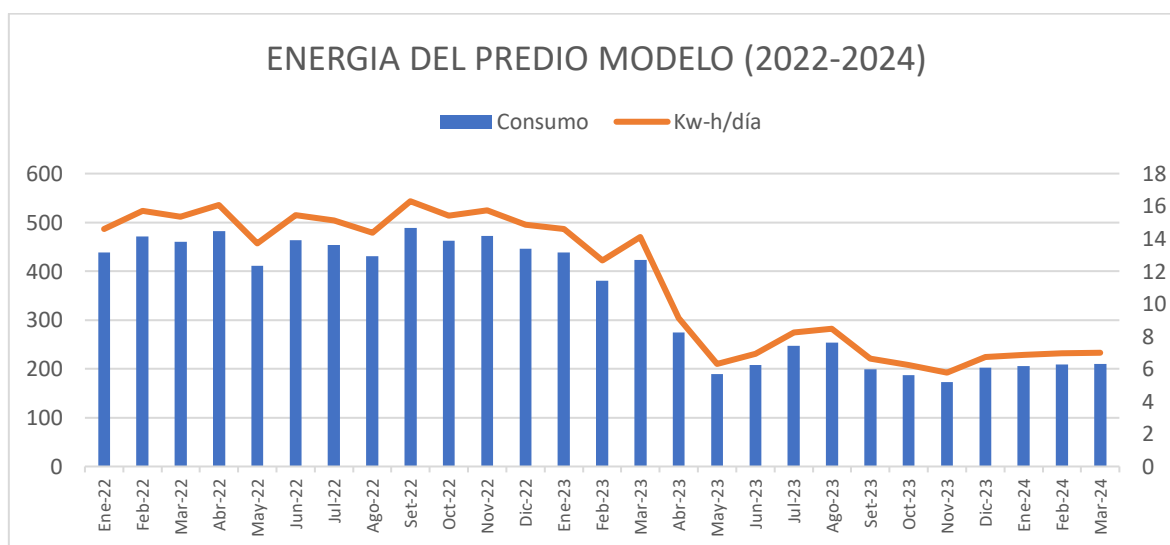
En esta parte, iniciamos el análisis y discusión de la data extraída del sistema instalado, pasando desde antes, durante y posterior de su implementación en la casa tomado como modelo del estudio.

6.1 Análisis de Resultados

Alineado a la hipótesis general que considera si ayudaría un sistema fotovoltaico con medición inteligente a disminuir la facturación del servicio eléctrico, vamos a comenzar mostrando uno de los beneficios del sistema inteligente instalado que es la visualización de las mediciones en este caso de la energía eléctrica consumida mensualmente, aquí tenemos una representación gráfica de los factores que ayudarían a comprender esta variable y poder tomar las decisiones oportunamente y ver los efectos inmediatamente (un día después) y no esperar un mes después para validar las acciones.. Tal como se muestra en la Figura 133.

Figura 13

Consumo Energético Facturable y Diario del Predio (2022-2024)



Nota. Elaboración Propia.

Tal como se muestra en la Figura 14, se grafica la energía generada por el sistema, en un día típico de invierno con fecha 18 de setiembre del 2023, en donde pasamos de la teoría a la realidad y confirmamos el intervalo de horas desde que se genera esta energía que es desde las 05:45 hasta 18:40 horas. También se puede observar que la máxima generada es a las 13:20 horas con una potencia de 480 W.

Figura 14

Energía Generada por el Sistema Fotovoltaico



Nota. Sistema de Control SOLIS.

Ahora vamos analizar de la figura 13, el espacio entre marzo del 2023 y junio del 2023, y como esta data y su visualización en tiempo real ayudaron a optimizar y aprovechar todas las bondades del sistema fotovoltaico con control inteligente permite realizar ajustes denominados finos.

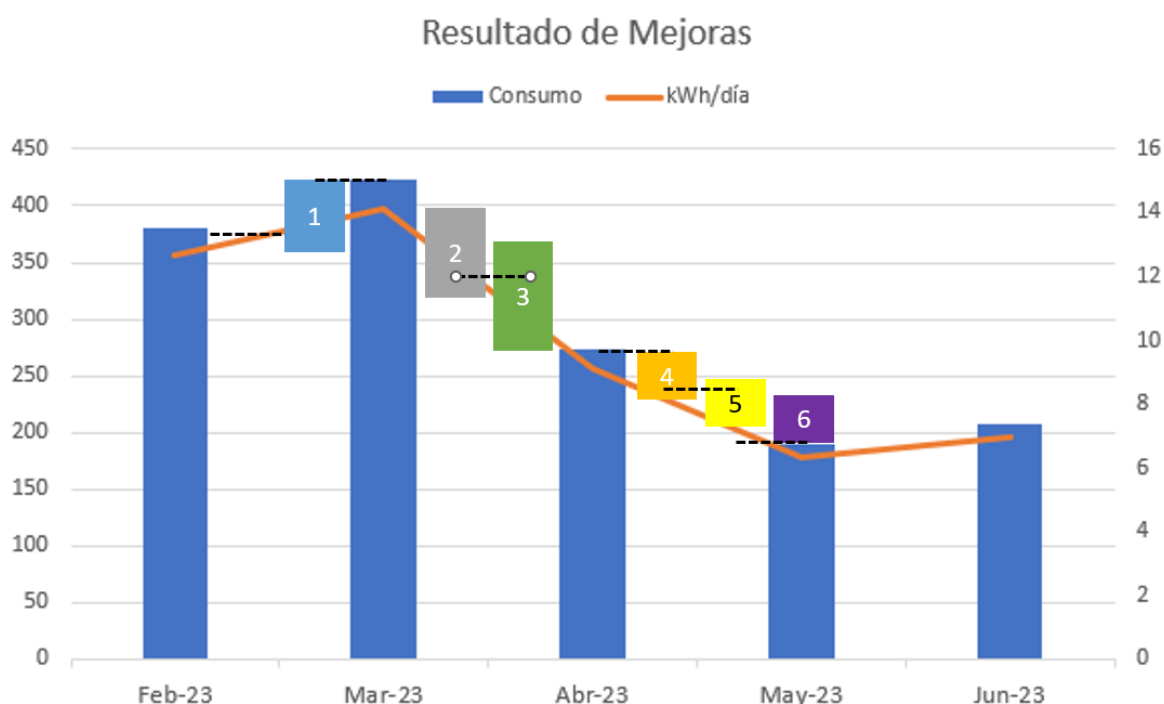
Considerando además que tomamos la decisión de ir con un kit de bajo costo es decir un Módulo Solar Trina TSM-DE18M(II) DE 500Wp Monoperc Half Cell. Cantidad: 02 unidades. Sin batería para el almacenamiento y soportado sobre las columnas de la azotea del predio seleccionado. Reduciendo los costos al mínimo.

6.2 Mejoras Implementadas

Tal como se observa en la figura 15, apreciamos las diferentes etapas del proyecto de la presente tesis. Las mismas que estaremos detallando.

Figura 15

Resultado de Mejoras



Nota. Elaboración Propia.

6.2.1 Instalación de Sistema Fotovoltaico

En el mes de febrero del 2023 se abrieron y revisaron las propuestas presentadas y se tomó la decisión de implementarlo, se tomó cerca de dos semanas en su llegada del equipamiento a Chiclayo y se comenzó con la instalación según el diagrama unifilar de la figura 10, directamente al circuito interno del predio seleccionado que en el mes de febrero se terminó de construir y consta de tres pisos una azotea.

Con este primer paso se observa que para marzo el consumo subió y se procedió analizar diariamente con el sistema inteligente ya instalado, dándonos insumos para los próximos pasos.

Se paso de 13 a 15 kWh/día dando la impresión que no funciona?

6.2.2 Ajustes de Conexiones

No observándose un salto de carga visible en el sistema de control, se sugirió realizar ajuste en todas las conexiones del circuito interno nuevas y propias del predio, reportándose en cuatro lugares precisamente en dos interruptores del tablero de distribución del segundo piso y en dos tomacorrientes del segundo piso que estaban flojas las conexiones.

Se paso de 14 a 13 kWh/día, se mejoró.

6.2.3 Instalación de Medidor de Doble Entrada

Para la segunda quincena de marzo del 2023, llego por parte del concesionario ENSA el medidor de doble entrada, considerando que este sistema genera energía y con los medidores convenciones de energía se estarían sumando no logrando la independencia necesaria al momento de la facturación mensual.

Se paso de 13 a 9 kWh/día, se mejoró.

6.2.4 Mejora en la Calidad de la Energía

Se evidencio que dentro de los componentes del sistema instalado tenemos el inversor este equipo electrónico genera una tensión nominal cercana a los 220 voltios con una curva sinusoidal perfecta logando un mejor funcionamiento de los equipos que componen las cargas incluso las lecturas del medidor de energía.

Se paso de 9 a 8.5 kWh/día, se mejoró.

6.2.5 Buenas Prácticas de Consumo 1

Continuando con la mejora se procedió a cambiar las cargas de la iluminación por equipos LED incluidos las de escritorio, se colocaron sensores de presencia para no dejar encendido permanentemente también se cambiaron la refrigeradora y lavadora con equipos de alta eficiencia (catalogado como A+). Se paso de 8.5 a 8 kWh/día, se mejoró.

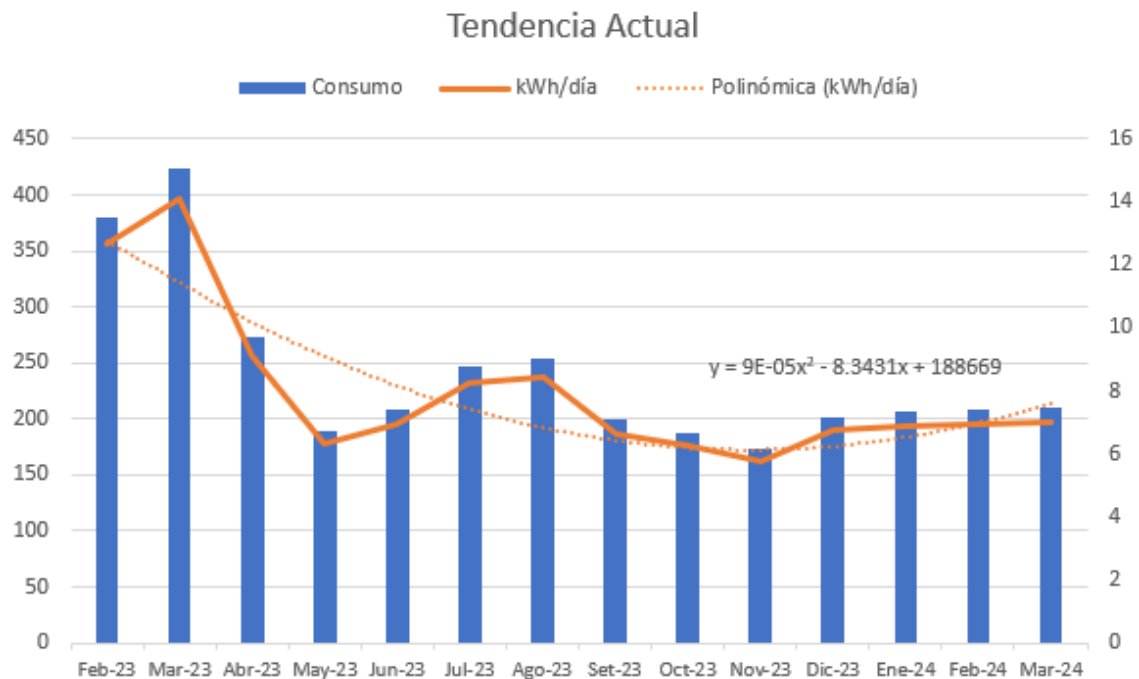
6.2.6 Buenas Prácticas de Consumo 2

Se establecieron horarios definidos para ciertas actividades como es el proceso de lavado, preparación de postres, limpieza de cuartos, planchado de ropa, dentro de las que más consumían energía en la tarde y noche. Se paso de 8 a 7 kWh/día, se mejoró.

Tal como se observa en la figura 16, se observa una tendencia a estabilizar entre 6 y 7 kWh/día producto de todas las actividades antes mencionadas.

Figura 16

Tendencia Actual



Nota. Elaboración Propia.

6.3 Análisis de Costos

Para efectos referenciales se puede considerar los costos mencionados en la tabla 16. Pero como parte del equipo de este proyecto contamos con un especialista técnico que quería validar sus teorías en esta clase de energía renovables tenemos que los costos asociados reales al presente proyecto se muestran en la tabla 18:

Tabla 18

Costos del Proyecto

ITEM	REFERENCIA	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	SUB TOTAL
1	TABLA 13	Costo del Sistema Fotovoltaico	1	Mat	\$ 1,006.70	\$ 1,006.70
2	TABLA 14	Costo de la Estructura Soporte	1	Mat	\$ 528.60	\$ 528.60
3	TABLA 15	Costos del Sistema Eléctrico	1	Mat	\$ 968.70	\$ 968.70
4		OPEX	1	Est	\$ 200.00	\$ 200.00
						\$ 2,704.00

Nota. Elaboración Propia.

Considerando los pagos asociados de energía mensual promedio antes de implementar el proyecto fue de: \$ 124.11 mensuales

Considerando los pagos asociados de energía promedio mensual después de implementar el proyecto fue de: \$ 43.79 mensuales

Teniendo un ahorro de aproximadamente de: \$ 80.32 mensuales

Considerando además los ingresos por efectos de GEI, de alrededor de: \$ 14.31 mensuales

Tenemos que mensualmente un ahorro total de: \$ 94.63 mensuales, y con una inversión de \$ 2,704.00 obtenemos que en 29 meses aproximadamente la inversión retornaría en 2.4 años.

CONCLUSIONES

- Se determinó que la radiación solar de la zona mediante el software RETScreen, la cual nos arroja una radiación mínima diaria de 4.47 kWh/m²/día, se da en el mes de junio y la máxima de 5.98 kWh/m²/día, se da en el mes de noviembre en el predio ubicado en la Calle Tarata 132, Cercado Chiclayo, Lambayeque.
- El ahorro mensual logrado con el sistema fotovoltaico híbrido es del 64.77%
- La decisión tomada como primera etapa del proyecto de solo montar un kit de bajo costo es decir un Módulo Solar Trina TSM-DE18M(II) DE 500Wp Monoperc Half Cell. Cantidad: 02 unidades. Sin batería ya que esta duplicaría la inversión para el almacenamiento de la energía y soportado sobre las columnas de la azotea del predio seleccionado. Reduciendo los costos logro mejorar el tiempo de retorno de la inversión de 5 años planeado inicialmente a 2.4 años.
- El presente proyecto se planeo y se sigue manejando de manera híbrida ya que, en las horas de cero radiaciones, cuenta con el suministro de la concesionaria se validó que estas pueden convivir de manera estable y segura, sin afectar a las cargas o a la medición.
- Partiendo de la frase que lo que no se mide no se controla, el presente proyecto concluye que desde que se instalo el sistema inteligente en el día uno, hizo visible las pérdidas de la instalación convencional del predio
- Que este sistema requiere de un medidor de doble entrada proporcionado por el concesionario su implementación dio un ahorro del 30%
- Que el inversor del sistema fotovoltaico implementado genera una onda sinusoidal casi perfecta lo que genero un ahorro del 16%
- Que las nuevas tecnologías de iluminación LED y equipos electrodomésticos de clase A+, así como de organizar horarios apropiados de procesos internos del hogar pueden generar juntas un ahorro del 16%
- Una revisión periódica de las instalaciones eléctricas puede generar un ahorro del 7%.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda, que la implementación del proyecto cuente con un líder especializado para no solo esta etapa, sino que para las demás actividades de mejora que tienen que ver con la parte técnica y de buenas prácticas.
- Se recomienda, una segunda etapa del proyecto después de tres años de recuperar la inversión en colocar su sistema de almacenamiento de sodio, ya que son de mayor calidad y bajo mantenimiento.
- Se recomienda, evaluar en duplicar la capacidad del sistema y establecer el excedente como una oportunidad de donación a los hogares de bajos recursos aledaños al predio evaluado.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- ARCE, J., (2021). Desarrollo de la energía solar fotovoltaica a gran escala en Chile y los desafíos asociados a la gestión de sus residuos
repositorio.udec.cl/handle/11594/9680
- CARE, C (2021). Implementación de un sistema fotovoltaico para disminuir los costos en el consumo de energía eléctrica en La Arena, zona rural del municipio de Ciénaga de Oro
<https://repositorio.unicordoba.edu.co/server/api/core/bitstreams/8717b435-4c84-4a3a-843a-fe68fe266e13>
- GOMEZ, S., (2019). Estudio de un Sistema Fotovoltaico: Caracterización, Simulación y Evaluación de Diversos Metodos de Analisis y Prediccion.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio//handle/20.500.12404/14438>
- HERNANDEZ-SAMPIERI, MENDOZA TORRES, C. (2018). Metodologia de la Investigación Las Rutas Cuantitativas, Cualitativas y Mixtas.
- KAMALVAND, G. (2019). Analisis Tecnico-Economico de un Sistema Solar Fotovoltaico para un Complejo Deportivo.
<https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/2729>
- MEM. Especificación Técnica del Sistema Fotovoltaico y sus Componentes para Electrificación Rural
<https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/EETT%20Sistemas%20Fotovoltaicos%20y%20Componentes.pdf>
- MUÑOZ, M. (2021). Diseño de Planta de Ensamblaje de Paneles Solares Fotovoltaicos.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/19530>
- MUÑOZ, M. (2020). Analisis de la Situación de las Energías Renovables en el Perú y su Aplicación en Proyectos de Electrificación Rural.
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18244>
- MEDINA ORTEGA, A. – SARAVIA LUQUE, L (2022). Repositorio de la Universidad Cesar Vallejo. Dimensionamiento de un Sistema Fotovoltaico para Reducir

la Facturación por Energía Eléctrica consumida en la Sede Principal de la Empresa Prestadora de Servicio Ilo S.A. 2022

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/95696>

NAVARRETE, K. (2019). Repositorio de la Universidad Tecnológico del Perú. Análisis Técnico-Económico de un Sistema Fotovoltaico con Influencia de humedad, viento y lluvia en Arequipa-Perú.

<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/2261>

NASA. Power Data Access.

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

NACIONES UNIDAS, Acción por el Clima

<https://www.un.org/es/climatechange/what-is-renewable-energy>

REYES, E. (2019). Repositorio de la Universidad ESAN. Propuesta de Uso de Energía Solar para el Suministro de Energía Eléctrica y Mejora de la Eficiencia Energética en la Universidad ESAN

<https://repositorio.esan.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12640/1668>

OJEDA, A., ORMEÑO, M. (2021). Propuesta de uso de paneles solares para ahorro de energía eléctrica en tiempo de pandemia, Urbanización Virgen de Chapi-Ica, 2021

<https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/71919>

OSINERGMIN. La Escalera Energética: Marco Teórico y Evidencias para el Perú. Reporte Especial de Análisis Económico No 001-2017-GPAE/OS.

<https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/informes-publicaciones/1297756-reae-n-001-2017-gpae-os-la-escalera-energetica-marco-teorico-y-evidencias-para-el-peru>

OXFORD. (2019). Dimensionar.

<https://www.lexico.com/es/definicion/dimensionar>

OSINERGMIN. La industria de la energía renovable en el Perú: 10 años de contribuciones a la mitigación del cambio climático. Lima.

<https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/informes-publicaciones/483413-la-industria-de-la-energia-renovable-en-el-peru-10-anos-de-contribuciones-a-la-mitigacion-del-cambio-climatico>

OSINERGMIN. (2023). Pliego Tarifario Máximo del Servicio Público de Electricidad.
<https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/institucional/Paginas/VisorPliegosTarifarios.aspx>

PARRAGA, A. (2020). Analisis de la Viabilidad de la Implementación de un Sistema Fotovoltaico en una vivienda Rural en Cusco
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/18209>

PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM.
http://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/tools.html

PONCE, M. (2019). La energía solar fotovoltaica distribuida y las Smart Grid como modelo para diversificar la matriz energética de Ecuador
[e-spacio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Maponce/PONCE_JARA__Marcos_Antonio_Tesis.pdf](https://repositorio.uned.es/fez/eserv/tesisuned:ED-Pg-TecInd-Maponce/PONCE_JARA__Marcos_Antonio_Tesis.pdf)

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA (RAE). (2023). Diccionario de la Lengua Española.
<http://dle.rae.es/?w=diccionario>

SUPERINTENDENCIA DE BANCA, SEGUROS Y AFP. (2023). Cotización de oferta y demanda. Tipo de cambio promedio ponderado.
https://www.sbs.gob.pe/app/pp/SISTIP_PORTAL/Paginas/Publicacion/TipoCambioPromedio.aspx

SOOTIENS, A., GILLIS, B., FULTON, C., GOLDMAN, J., GRAHAM, S. & PACE, R. (2017). Suitability Map of Dalhousie's Studley Campus Renewable Energy Potential.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10502217/>

TACCA, J., MOSTAJO, A. (2017). Estudio de la eficiencia energética en los sistemas hospitalarios de salud- Hospital II Ayaviri.
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5986>

VIII. ANEXOS

ANEXO 01

Título: Conocimiento de las fuentes de energía

Se solicita previamente la autorización de las 05 casas familiares para la realización del siguiente cuestionario.

Cuestionario 01

N°	VI: Paneles Solares			
	Conocimiento de las fuentes de energía	1	2	3
1	¿Qué es una fuente de energía?			
2	¿Sabe si usted puede generar su propia energía?			
3	¿Conoce los paneles solares?			
4	¿Conoce el funcionamiento de los paneles solares?			
5	¿Conoce los beneficios del sistema fotovoltaico?			

Fuente: Elaboración Propia

Cuestionario 02

N°	VD: Energía Eléctrica			
	Conocimiento de los costos y facturación	1	2	3
1	¿Cuánto paga en promedio mensual de energía eléctrica?			
2	¿Sabe de las buenas prácticas de consumo eléctrico?			
3	¿Sabe cuál es equipo que más consume en su hogar?			
4	¿Sabe si podría instalar un sistema fotovoltaico en su hogar?			
5	¿Le gustaría pagar menos en su facturación sin afectar al medio ambiente?			

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 02

Fichas Técnicas 01 y 02

Fichas Técnicas 01.

Autor:

Nombre del Instrumento: Paneles solares

Forma de empleo: Individual

Encuestados: Cinco hogares

Duración de la encuesta: 1 día

Objetivo del Instrumento empleado: Medir conocimientos básicos sobre los paneles solares.

Utilidad Diagnóstica: opinión de la dimensión para aplicación de estrategias.

Cantidad de Ítems: 5

Puntuación: Escala ordinal:

Sí: 1

Tal vez: 2

No: 3

Método de Aplicación: Se programaron encuesta de 5 ítems utilizando Formulario en Google para tomar la encuesta vía online. Se envió el enlace por WhatsApp para ser llenado por cada uno de los habitantes.

Fuente: Elaboración Propia

Fichas Técnicas 02.

Autor:

Nombre del Instrumento: Energía Eléctrica

Forma de empleo: Individual

Encuestados: Cinco hogares

Duración de la encuesta: 1 día

Objetivo del Instrumento empleado: Medir conocimientos básicos sobre la energía eléctrica

Utilidad Diagnóstica: opinión de la dimensión para aplicación de estrategias.

Cantidad de Ítems: 5

Puntuación: Escala ordinal:

Sí: 1

Tal vez: 2

No: 3

Método de Aplicación: Se programaron encuesta de 5 ítems utilizando Formulario en Google para tomar la encuesta vía online. Se envió el enlace por WhatsApp para ser llenado por cada uno de los habitantes.

Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 04

Cotización de equipos



Caral Soluciones Energeticas S.A.C.
RUC: 20603087675
Calle Coronel Inclán 235 Oficina 205 Miraflores
www.caralenergia.com

Oferta de Venta

N° CO22-1028-SR-03-A 2
Fecha: 17/02/2023

Raquel Ramirez P.
Celular: 947963944
raquel.ramirez@caralenergia.com

Cliente: Angel Pejerrey Gonzales
DNI
Lima

Atención: Angel Pejerrey Gonzales
Usuario
Celular
[Email](mailto:angel.pejerrey@caralenergia.com)

Referencia: Equipos para Sistemas Fotovoltaicos

Ítem	Referencia	Descripción	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Sub total
Equipamiento Solar						
01	TSM-DE18M(II)	Modulo Solar Trina TSM-DE18M(II) DE 500Wp Monoperc Half Cell	2	Und	\$ 199.85	\$ 399.70
02	S6-GR1P0.7K-M	Solis Mini 0.7kw Single phase MPPT with WIFI Sticker S6-GR1P0.7K-M	1	Und	\$ 318.00	\$ 318.00
03	S3-WIFI-ST	Plugin WIFI Stick compatible with entire range S3-WIFI- ST	1	Und	\$ 45.00	\$ 45.00
04	ACR	ACR 10R-D16TE Solis	1	Und	\$ 170.00	\$ 170.00
05	Estructura	Estructura en aluminio Pisaq para 2 paneles	1	Set	\$ 83.00	\$ 83.00
06	10A	Interruptor Termomagnético AC 2P 10A Schneider	1	Und	\$ 21.50	\$ 21.50
07	16A	Interruptor Termomagnético DC 2P 16A 800V	1	Und	\$ 13.00	\$ 13.00
08	12AWGN	Cable Solar 12AWG Negro	20	Mts	\$ 1.80	\$ 36.00
09	12AWGR	Cable Solar 12AWG Rojo	20	Mts	\$ 1.80	\$ 36.00
10	12Awg	Cable 12AWG Indeco	6	Mts	\$ 1.21	\$ 7.26
11	MC-4	Conector MC-4 Hembra + Macho	1	Par	\$ 2.00	\$ 2.00
					Valor de Venta	\$ 1,131.46
					I.G.V. (18%)	\$ 203.66
					Precio de Venta	\$ 1,335.12

Son:

Moneda: Dólares
Tiempo de Entrega: 65 días aprox
Lugar de Entrega: Almacenes de Caral
Forma de Pago:
Garantía: 01 año contra defectos de fábrica
Validez de la Oferta: 03 días

Información Bancaria:
Interbank Cuenta en soles N° 043-3001411885 BCP Cuenta en Soles N° 194-2616879-0-19
Interbank Cuenta en dólares N° 290-3001446143 BCP Cuenta en Dólares N° 194-2599131-1-57

Autosolar Energía del Perú S.A.C

 Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
 Referencia: Frente a Camponar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
 Teléfono: (01)715-1357
 autosolar@autosolar.pe
 R.U.C: 20602492118

Leonardo Manuel Saravia Luque

Leonardo Manuel Saravia Luque

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 007621	1	13/05/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25794		29 Jennifer Chapilliquen	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
1002032	*COTIZACION DE PANEL*** Panel Solar ERA 340W 24V Policristalino	1,00 98,00	515.19	50.488,62		50.488,62
	*NOTA: - ENVIO GRATUITO A PROVINCIA	1,00				

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	50.488,62					50.488,62	9.087,95	

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL

GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: 59.576,57 S/.

TIPO DE MONEDA: SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,73

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C.: 20602492118

Leonardo Manuel Saravia Luque

Leonardo Manuel Saravia Luque

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 007621	1	12/05/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25794	29	Jennifer Chapilliquen	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
1002042	*COTIZACION DE PANEL*** Panel Solar ECO GREEN 350W 24V Policristalino	1,00	511,66	50.142,68		50.142,68
	*NOTA: - ENVIO GRATUITO A PROVINCIA	1,00				

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	50.142,68					50.142,68	9.025,68	

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: 59.168,36 S/.

TIPO DE MONEDA: SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,73

Firmado Autosolar


FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA
DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU

Teléfono: (01)715-1357

autosolar@autosolar.pe

R.U.C: 20602492118

Leonardo Manuel Saravia Luque

Leonardo Manuel Saravia Luque

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 007621	1	13/05/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25794	29	Jennifer Chapilliquen	Contado	1 Mes. salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
1002320	*COTIZACION DE PANEL*** Panel Solar ERA 450W 24V Monocristalino	1,00				
	*NOTA: - ENVIO GRATUITO A PROVINCIA	76,00	833.33	63.333,08		63.333,08
		1,00				

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00	63.333,08					63.333,08	11.400,00	
10,00								
4,00								

TOTAL: 74.733,08 S/.

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL

GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

TIPO DE MONEDA: SOLES

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,73

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942562861183 / CCI: 00219400256286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

ANEXO 05

Ficha Técnica de los Paneles

FICHA TÉCNICA – PANEL SOLAR ERA – POLICRISTALINO 340W – 24V



ESPMC
Polycrystalline Solar Module

KEY FEATURES

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

WARRANTY

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

Shipping ERA Solar Technology Co., Ltd.
www.erasolar.com

POLYCRYSTALLINE, 72-CELL SERIES

1. GENERAL INFORMATION

Module type	ESPMAC	360
Maximum Power(P _{max})	340W	
Open circuit Voltage(V _{oc})	46.4V	
Short circuit Current(I _{sc})	8.45A	
Maximum Power Voltage(V _{mp})	38.5V	
Maximum Power Current(I _{mp})	8.84A	
Module efficiency	17.0%	
Maximum Series Fuse	10A	
Watts positive tolerance	0~±2%	
Number of Glaze	3	
Standard Test Conditions	1000W/m ² 25°C AM1.5	
Maximum System Voltage	1000VDC	
Temperature Coefficient Isc	+0.068%/°C	
Temperature Coefficient Voc	-0.2800%/°C	
Temperature Coefficient P _{max}	-0.3800%/°C	
Normal Operating Cell Temperature	-40°C ~+85°C	
Load Capacity for the cover of the module glass	4000Pa(50.121153lb/ft ²)	
Load Capacity for the front & back of the module	2400Pa(30.121153lb/ft ²)	
Product Certificate	IEC61215,IEC61713,CE,ROHS,PED,REACH,AMM,TUV	
Company Certificate	ISO9001,ISO14001,ISO18001	

2. DIMENSIONAL & WEIGHT INFORMATION

Front cover (material / thickness)	Low iron tempered glass / 2.0mm
Backsheet (color)	OPF or white
Cell (quantity / material / dimensions)	72 / Polycrystalline silicon / 156.75x156.75mm
Frame (material / color)	Aluminum hollow channel frame on each side anodized aluminum alloy / silver
Junction box (connection degree)	IP65
Cables & Plug connection	2x10mm ² inner / MC4 compatible
Module Dimension (L / W / H)	1660x816x35mm
Module Weight	21.0kg
Application class	Class A
Electrical protection class	Class II
Fire safety class	Class C

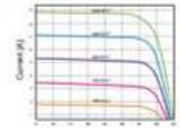
3. PIVOT TABLE

Connector Size	Units/Panel (PCS)	Weight/Panel (kg)	Panel Measurement (mm)	Units/Crossbar (PCS)
60P	25	875	800x1130x1120	260
40HG	26	875	800x1130x1120	267
	31	875	800x1130x1140	277

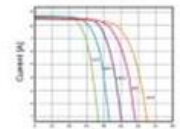


ERA Solar and the ERA logo are trademarks or registered trademarks of ERA Solar Co., Ltd. in China, USA, Europe, Africa, South America, and other countries. All rights reserved. Specifications are subject to change without notice.

3. IRRADIANCE EFFECT

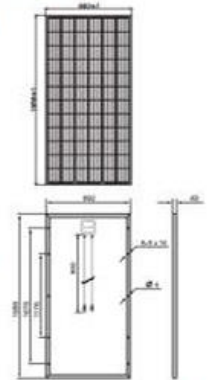


Module characteristics at constant module temperature (25°C) and different levels of irradiance.



Module characteristics at different module temperatures and constant irradiance (1000 W/m²).

4. DIMENSION



THE Vertex

BACKSHEET MONOCRYSTALLINE MODULE



510W

MAXIMUM POWER OUTPUT

21.2%

MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

PRODUCTS | POWER RANGE
TSM-DE18M(II) | 485-510W



High customer value

- Lower LCOE (Levelized Cost Of Energy), reduced BOS (Balance Of System) cost, shorter payback time
- Lower guaranteed first year and annual degradation
- Designed for compatibility with existing mainstream system components
- Higher return on Investment



High power up to 510W

- Large area cells based on 210mm silicon wafers and 1/3-cut cell technology
- Up to 21.2% module efficiency with high density interconnect technology
- Multi-busbar technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent IAM (Incident Angle Modifier) and low irradiation performance, validated by 3rd party certifications
- The unique design provides optimized energy production under inter-row shading conditions

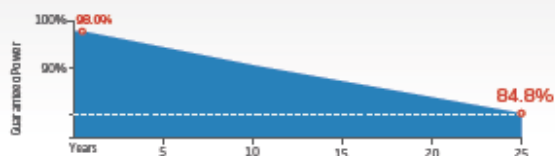
Founded in 1997, Trina Solar is the world's leading total solution provider for solar energy. With local presence around the globe, Trina Solar is able to provide exceptional service to each customer in each market and deliver our innovative, reliable products with the backing of Trina as a strong, bankable brand. Trina Solar now distributes its PV products to over 100 countries all over the world. We are committed to building strategic, mutually beneficial collaborations with installers, developers, distributors and other partners in driving smart energy together.

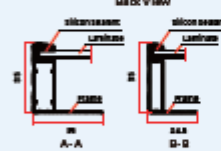
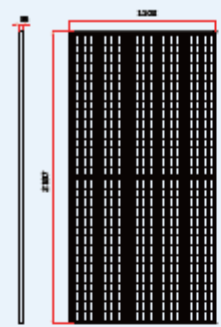
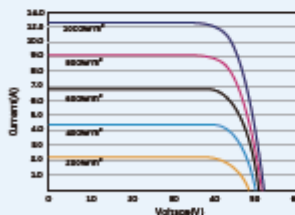
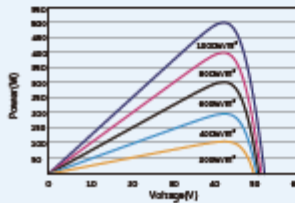
Comprehensive Products and System Certificates

IEC 61215/IEC 61730/IEC 61701/IEC 62716/UL 61730
 ISO 9001: Quality Management System
 ISO 14001: Environmental Management System
 ISO 14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
 ISO 45001: Occupational Health and Safety Management System



Trina Solar's Vertex Backsheet Performance Warranty



DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)

I-V CURVES OF PV MODULE(500W)

P-V CURVES OF PV MODULE(500W)

ELECTRICAL DATA (STC)

Peak Power Watts- P_{max} (Wp) *	485	490	495	500	505	510
Power Tolerance- P_{max} (W)	0 ~ +5					
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	42.2	42.4	42.6	42.8	43.0	43.2
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	11.49	11.56	11.63	11.69	11.75	11.81
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	51.1	51.3	51.5	51.7	51.9	52.1
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	12.07	12.14	12.21	12.28	12.35	12.42
Module Efficiency η_m (%)	20.1	20.3	20.5	20.7	21.0	21.2

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5
*Measuring tolerance: ±3%

ELECTRICAL DATA (NOCT)

Maximum Power- P_{max} (Wp)	365	369	373	377	381	385
Maximum Power Voltage- V_{mp} (V)	39.9	40.0	40.2	40.4	40.6	40.5
Maximum Power Current- I_{mp} (A)	9.17	9.22	9.28	9.33	9.38	9.50
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	48.1	48.2	48.4	48.6	48.8	49.0
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	9.73	9.78	9.84	9.90	9.95	10.01

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 3m/s.

MECHANICAL DATA

Solar Cells	Monocrystalline
Cell Orientation	150 cells
Module Dimensions	2187×1102×35mm (86.10×43.39×1.38 Inches)
Weight	26.5 kg (58.4 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 Inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant Material	EVA
Backsheet	White
Frame	35 mm (1.38 Inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm ² (0.006 Inches ²), Portrait: N 290mm/P 290mm(11.02/11.02Inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2 / TS4 *

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT(Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.34%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40 ~ +85 °C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC)
	1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	20A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
25 year Power Warranty
2% first year degradation
0.55% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 31 pieces
Modules per 40' container: 620 pieces



ECO GREEN ENERGY
Building a Greener World

EOS POLY by Eco Green Energy

330-350W

156.75 mm Cell - 72 cells

Founded in 2008, Eco Green Energy is a french brand solar PV manufacturer and distributing now its PV module in more than 60 countries over the world. Eos poly solar modules are made only with grade A cells for highest power generation, lowest LCOE, and ensured more than 25 years lifespan.

KEY FEATURES



PERC Cells Technology



Lower LCOE and BOS



Anti PID/ Low LID protection



Less Hot Spot Shading effects



Lower temperature coefficient

72-Cell

POLYCRYSTALLINE MODULE

18.04%

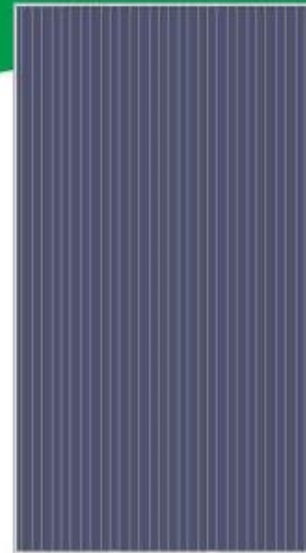
MAXIMUM EFFICIENCY

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

GRADE A

CELLS GUARANTEED

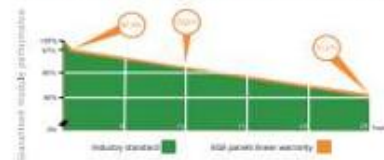


French Quality Module



LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12-Year Product Warranty - 25-Year Linear Power Warranty



Eco Green Energy Group Ltd. 2019. All rights reserved.
Add: 200 Xing Cheng Road, Cheng Chuan District, Nanjing, Jiangsu, China
Tel: +86 513 6660088 / E-mail: info@eco-greenenergy.com

COMPREHENSIVE CERTIFICATES

IEC 61215/ IEC 61730 / IEC 62804 / UL 61730
ISO 9001 : Quality Management Systems



Facebook: www.facebook.com/EGE.Nanjing
LinkedIn: www.linkedin.com/company/eco-green-energy/
Website: www.eco-greenenergy.com



ELECTRICAL DATA AT STC*

Power output (Pmax)	330 W	335 W	340 W	345 W	350 W
Power tolerance	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W	0~+5 W
Module efficiency	17.01 %	17.27 %	17.52 %	17.78 %	18.04 %
Maximum power voltage (Vmp)	37.93 V	38.15 V	38.42 V	38.68 V	38.93 V
Maximum power current (Imp)	8.70 A	8.78 A	8.85 A	8.92 A	8.99 A
Open circuit voltage (Voc)	46.11 V	46.32 V	46.58 V	46.85 V	47.12 V
Short circuit current (Isc)	9.10 A	9.16 A	9.23 A	9.31 A	9.38 A

*Standard Test Conditions: Irradiance: 1 000 W / m² • Cell temperature: 25°C • AM: 1.5

ELECTRICAL DATA AT NMOT*

Power output (Pmax)	244.13 W	247.83 W	251.53 W	255.23 W	258.92 W
Maximum power voltage (Vmp)	35.03 V	35.23 V	35.48 V	35.72 V	35.96 V
Maximum power current (Imp)	6.96 A	7.02 A	7.08 A	7.14 A	7.19 A
Open circuit voltage (Voc)	42.80 V	43.00 V	43.24 V	43.49 V	43.74 V
Short circuit current (Isc)	7.39 A	7.44 A	7.49 A	7.56 A	7.61 A

*Nominal Operating Cell Temperature: Irradiance: 800 W / m² • Ambient temperature: 20°C • AM: 1.5 • Wind speed: 1 m/s

MECHANICAL CHARACTERISTICS

Cell type	Polycrystalline (156.75x156.75mm)
Number of cells	72
Dimensions	1956x992x40mm
Weight	22.8 kg
Glass	3.2 mm tempered glass, High transmission (>94%), Anti-Reflective Coating
Frame	Anodized aluminium alloy
Junction box	IP68 rated (3 by pass diodes)
Cable	4mm ² , 900mm (+) 900mm (-); Length can be customized
Connector	MC4 or MC4 compatible
Max front load (e.g.: snow)	5400 Pa
Max back load (e.g.: wind)	2400 Pa

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

NOCT	45 °C ±2 °C
Temperature coefficient of Pmax	-0.396%/°C
Temperature coefficient of Voc	-0.31%/°C
Temperature coefficient of Isc	+0.06%/°C

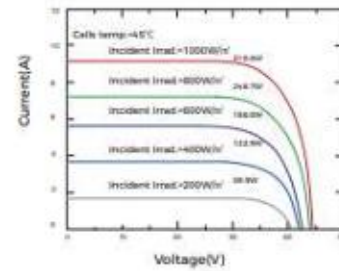
MAXIMUM RATINGS

Operating temperature range	-45 °C ~ +85 °C
Maximum system voltage	1500V/DC(IEC) 1500V/DC(UL)
Max series fuse rating	25 A

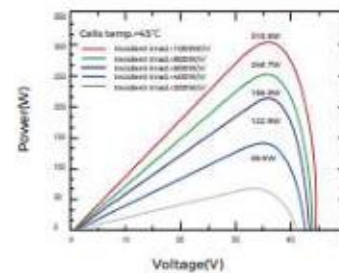
PACKAGING (1956x992x40mm)

Type	Pcs	Weight
Per Pallet	27 pcs	650 kg
40ft HQ Container	720 pcs	17.3 t

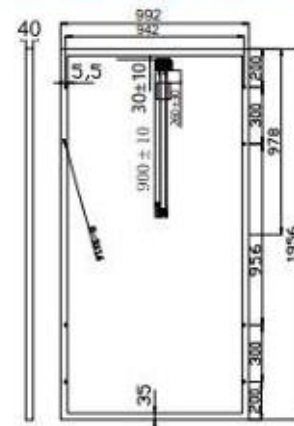
PV MODULE : EGE-350W-72M



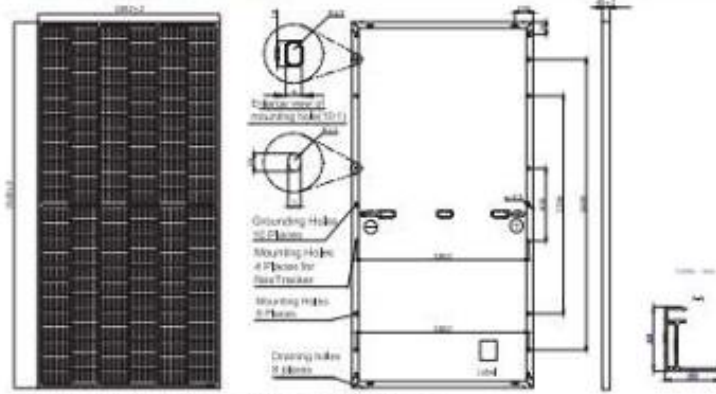
PV MODULE : EGE-350W-72M



Dimension of PV Module (mm)



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	25.0kgs/3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) / 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4.10(1000V) QC 4.10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/460mm(-) Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27pcs/pallet 564pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(P _{max}) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	49.40	49.36	49.70	49.80	50.01	50.10
Maximum Power Voltage(V _{mp}) [V]	40.90	41.21	41.52	41.62	42.13	42.43
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	11.28	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49
Maximum Power Current(I _{mp}) [A]	10.76	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96
Module Efficiency [%]	19.7	20.0	20.2	20.4	20.6	20.8
Power Tolerance				0~+5W		
Temperature Coefficient of I _{sc} (α _{Isc})				+0.044%/°C		
Temperature Coefficient of V _{oc} (β _{Voc})				-0.272%/°C		
Temperature Coefficient of P _{max} (γ _{Pmp})				-0.350%/°C		
STC	Irradiance 1000W/m ² , cell temperature 25°C, AM1.5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer, they only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Max Power(P _{max}) [W]	333	336	340	344	348	352
Open Circuit Voltage(V _{oc}) [V]	46.40	46.65	46.90	47.15	47.30	47.61
Max Power Voltage(V _{mp}) [V]	36.70	36.96	37.19	37.44	37.68	37.99
Short Circuit Current(I _{sc}) [A]	9.16	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38
Max Power Current(I _{mp}) [A]	8.60	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G					

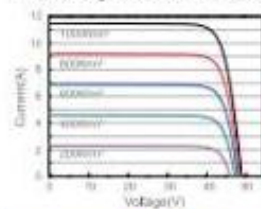
*For NextTracker installations: Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

OPERATING CONDITIONS

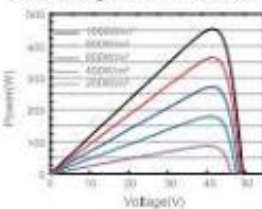
Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C ~+85°C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load, Front*	2400Pa
Maximum Static Load, Back*	2400Pa
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class 3
Fire Performance	UL Type 1

CHARACTERISTICS

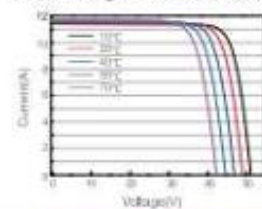
Current-Voltage Curve - JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve - JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve - JAM72S20-455/MR



ANEXO 06

Cotización del Controlador



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurín
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C: 20602492118

Leonardo Manuel Saravia Luque

Leonardo Manuel Saravia Luque

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 007623	1	15/05/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25794	29	Jennifer Chapilliquen	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
2006043	*COTIZACION DE CONTROLADOR*** Controlador de carga SRNE MPPT 250V 70A *NOTA: - LOS ENVÍOS A PROVINCIA SE REALIZAN MEDIANTE LAS AGENCIAS MARVISUT O SHALOM, CON PAGA A DESTINO - EL COSTO DE ENVÍO ES ADICIONAL AL MONTO COTIZADO	1,00 7,00 1,00	1.423,27	9.962,89		9.962,89

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	9.962,89					9.962,89	1.793,32	

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANZIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: 11.756,22 S/.

TIPO DE MONEDA: SOLES

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,73

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942562981183 / CCI: 00219400256298118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

ANEXO 07

Ficha Técnica del Controlador



POWER WATCHER
MPPT TECHNOLOGY

MPPT Solar Charge Controller

MC4860N15/MC4870N15/MC4860N25/MC4870N25

Product Accessories

RM-7 display, USB to TTL cable, BTS temperature sensor.



Product Characteristics

- 30% higher than PWM mode.
- PV short-circuit protection, charge over-current protection.
- RS485 Modbus protocol
Built-in bluetooth module.
- 12/24V/36/48V identification.
- Historical data storage.
- MPPT tracking efficiency is up to 99.9%.
- Built-in temperature detection.
- Lead-acid batteries, coloidal batteries, open-ended batteries, lithium batteries.
- Current-limiting charging mode.

Product Parameters

Model	SR-MC4860N15	SR-MC4870N15	SR-MC4860N25	SR-MC4870N25
System voltage	12V/24/36/48V			
Static power consumption	0.54W			
Maximum input voltage of solar energy (25°C)	150V		250V	
Voltage Range at MPPT (Maximum Power Point)	Battery voltage +2~120V		Battery voltage +2~180V	
Charging current	60A	70A	80A	70A
Solar panel power (12V battery)	800W	920W	800W	920W
Solar panel power (24V battery)	1600W	1840W	1600W	1840W
Solar panel power (48V battery)	3200W	3680W	3200W	3680W
Support battery type	Lead-acid batteries, coloidal batteries, open-ended batteries, lithium batteries			
Temperature compensation coefficient	-3mV/°C/2V (default, settable lead-acid); no temperature compensation for lithium battery.			
Operating temperature range	-35°C~60°C			
Humidity	95%, no condensation			
Protection grade	IP32			
Weight	3.6kg			
Communication mode	TTL (3.3V)/RS485/Bluetooth Module			
Product Dimensions	Conventional: 266*194*110mm MC4: 266*226*110mm			
Terminal blocks	35mm ² 24WG			

ANEXO 08

Cotización del Inversor



Cotización

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad 16, Lurin
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C: 20602492118

Leonardo Manuel Saravia Luque

Leonardo Manuel Saravia Luque

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 007621	1	17/05/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
25794	29	Jennifer Chapliquen	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
3004077	*COTIZACION DE INVERSOR*** Inversor VICTRON PHOENIX 48V 5000VA	1,00 4,00	7.013,33	28.053,32		28.053,32
	*NOTA: - ENVÍO GRATUITO A PROVINCIA	1,00				

TIPO	IMPORTE	DÉSCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	I.E.
18,00 10,00 4,00	28.053,32					28.053,32	5.049,60	

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:

TOTAL: 33.102,92 S/.

TIPO DE MONEDA: SOLES

MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER

PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,73

NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942562861183 / CCI: 00219400256286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

ANEXO 09

Ficha Técnica del Inversor

MultiPlus	12 voltios 24 voltios 48 voltios	C 12/800/35 C 24/800/16	C 12/1200/50 C 24/1200/25	C 12/1600/70 C 24/1600/40	C 12/2000/80 C 24/2000/50	12/3000/120 24/3000/70 48/3000/70	34/5000/120 48/5000/70
PowerControl	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
PowerAssist	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Conmutador de transferencia (A)	16	16	16	30	30	16 ó 30	100
INVERSOR							
Rango de tensión de entrada (VCC)	3,5 - 17V 19 - 33V 38 - 60V						
Salida	Tensión de salida: 230 VAC ± 2% Frecuencia: 50 Hz ± 0,1% (1)						
Potencia cont. de salida a 25°C (VA) (3)	800	1200	1600	2000	3000	3000	5000
Potencia cont. de salida a 25°C (W)	700	1000	1300	1600	2400	2400	4000
Potencia cont. de salida a 40°C (W)	650	900	1200	1400	2200	2200	3700
Potencia cont. de salida a 65°C (W)	400	600	800	1000	1700	1700	3000
Fico de potencia (W)	1600	2400	3000	4000	6000	6000	10.000
Eficiencia máxima (%)	92 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94	93 / 94 / 95	93 / 94 / 95	94 / 95
Consumo en vacío (W)	8 / 10	8 / 10	8 / 10	9 / 11	20 / 20 / 25	20 / 20 / 25	30 / 35
Consumo en vacío en modo de ahorro (W)	5 / 8	5 / 8	5 / 8	7 / 9	15 / 15 / 20	15 / 15 / 20	25 / 30
Consumo en vacío en modo de búsqueda (W)	2 / 3	2 / 3	2 / 3	3 / 4	8 / 10 / 12	8 / 10 / 12	10 / 15
CARGADOR							
Entrada CA	Rango de tensión de entrada: 187-263 VCA Frecuencia de entrada: 45 - 65 Hz Factor de potencia: 1						
Tensión de carga de "absorción" (VCC)	14,4 / 28,8 / 57,6						
Tensión de carga de "floatación" (VCC)	12,8 / 27,6 / 55,2						
Modo de almacenamiento (VCC)	13,2 / 26,4 / 52,8						
Corriente de carga batería auxiliar (A) (4)	35 / 16	50 / 25	70 / 40	80 / 50	120 / 70 / 35	120 / 70	120 / 70
Corriente de carga de la batería de arranque (A)	4 (solo modelos de 12 y 24V)						
Sensor de temperatura de la batería	SI						
GENERAL							
Salida auxiliar (1)	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI (16A)	SI (25A)	
Relé programable (2)	SI						
Protección (3)	a - g						
Puerto de comunicación VE.Bus	Para funcionamiento paralelo y trifásico, supervisión remota e integración del sistema						
Puerto de comunicaciones de uso general	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	SI	SI	
On/Off remoto	SI						
Características comunes	Rango de temp. de trabajo: -40 a + 65°C (refrigerado por aire). Humedad (sin condensación) máx 95%						
CANCHA							
Características comunes	Material y color aluminio (anod. RAL 9012)				Categoría de protección: IP 21		
Conexión de la batería	cables de batería de 1,5 metros			Paros M8	Cuatro pernos M8 (2 conexiones positivas y 2 negativas)		
Conexión 230 V CA	Conector G-3T1B1			Abrazadera de resorte	Bornes de tornillo de 13 mm (6 AWG)		
Peso (kg)	10	10	10	12	18	30	30
Dimensiones (l x a x p en mm)	375x214x110			520x255x125	363x258x218	464x326x240	
ESTÁNDARES							
Seguridad	EN IEC 60335-1, EN IEC 60335-2-29, IEC 62109-1						
Emissiones / Inmunitad	EN 55014-1, EN 55014-2, EN IEC 61000-3-2, EN IEC 61000-3-3, IEC 61000-6-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-3						
Vehículos de categoría	Modelos de 12 y 24V, ECE R10-4						
Anti-ida	Visite nuestra página web						

- 1) Puede apagarlo a 60 Hz: 120 y 60 Hz si se solicita
- 2) Clase de protección:
 - a) retención de salida
 - b) sobrecarga
 - c) retención de la batería demasiado alta
 - d) retención de la batería demasiado baja
 - e) temperatura demasiado alta
 - f) 230 VCA en la salida del inversor
 - g) ondulación de la tensión de entrada demasiado alta
- 3) Carga no lineal, factor de cresta 3:1
- 4) A 25 ° C de temperatura ambiente
- 5) Se desconecta si no hay fuente CA externa disponible
- 6) Relé programable que puede configurarse, entre otros, en alarma general, sobretensión, CC o señal de arranque/batería del generador. Capacidad nominal CA 230V/16A. Capacidad nominal CC 4A hasta 20VCC, 1A hasta 60VCC



Panel Digital Multi Control
Una selección práctica y de bajo costo para el seguimiento remoto, con un selector giratorio con el que se pueden configurar los niveles de PowerControl y PowerAssist.



Panel Blue Power
Se conecta a un Multi o a un Quattro y a través los dispositivos VE.Bus, en particular al conmutador de batería VC-Tan. Representación gráfica de corriente y tensiones.

Funcionamiento y supervisión controlados por ordenador

Hay varios modelos disponibles:



Color Control GX
Proporciona reinstauración o control de funcionalidad e remota. No [Color GX](#).



Interfaz MID-USB VE.Bus a USB
Se conecta a un puerto VE.Bus (ver [GUI de PowerControl](#)).



Interfaz VE.Bus a MMSA 2000
Se conecta a una red electrónica remota MMSA2000. Consulte [GUI de Instalación MMSA 2000](#).



Monitor de batería BMV-700

El monitor de batería BMV-700 dispone de un avanzado sistema de control por microprocesador combinado con un sistema de alta resolución para la medición de la tensión de la batería y de la carga/descarga de corriente. Aparte de esto, el software incluye unos complejos algoritmos de cálculo, como la función Prohibit, para determinar con exactitud el estado de la carga de la batería. El BMV-700 muestra de manera selectiva la tensión, corriente, Ah consumidos e el tiempo restante de carga de la batería. El monitor también almacena una multitud de datos relacionados con el rendimiento y uso de la batería. Hay varios modelos disponibles (ver la documentación del monitor de batería).

ANEXO 10

Cotización del Cableado



CENTRO DE ILUMINACIONES ROJESAN SOCIEDAD
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
CAL. PROLOGANCION CALLE ANCASH LT. 4 MZ. A-6
MOQUEGUA MARISCAL NIETO MOQUEGUA

ROJESAN_3@HOTMAIL.COM
981090576---981091931

RUC 20532342911
COTIZACIÓN
N° 2576

Señores: Emisión: 20/05/2022
DNI: Vencimiento: 26/05/2022
Dirección: Moneda: SOLES
Forma de pago: Efectivo Condición de pago: CONTADO
Vendedor: JESUS MANUEL CARRILLO ROJAS

CÓDIGO	CANT.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	P. UNIT	DESC. U.	P. VENTA	V. VENTA
INDCAB004	280.00	CABLE THW-90 INDECO - Calbre: 10MM2	METROS	S/ 13.00	S/ 0.00	S/ 3,640.00	S/ 3,084.90
INDCAB010	200.00	CABLE THW-90 INDECO - Calbre: 6MM2	METROS	S/ 5.50	S/ 0.00	S/ 1,100.00	S/ 932.25
INDCAB007	120.00	CABLE THW-90 INDECO - Calbre: 25MM2	METROS	S/ 25.00	S/ 0.00	S/ 3,000.00	S/ 2542.50

Total Gravado S/ 6,559.65
Total Exonerado S/ 0.00
Total Inafecto S/ 0.00
Total IGV S/ 1,180.35
Total Descuentos S/ 0.0
Total Otros Cargos S/ 0.00
Importe Total S/ 7,740.00

IMPORTE TOTAL A PAGAR S/ 7,740.00

SON: SIETE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y 00/100 SOLES

Datos para la Transferencia Beneficiario CENTRO DE ILUMINACIONES ROJESAN SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Banco de Crédito del Perú
Cta Cte. en Soles: 4302223431032 CCI: 00243000222343103278

Autosolar Energía del Perú S.A.C

Carretera Panamericana Sur KM 29.5 Megacentro, Unidad I-6, Lurín
Referencia: Frente a Campomar, entrada al Megacentro altura Puente VIDU
Teléfono: (01)715-1357
autosolar@autosolar.pe
R.U.C: 20602492118

CUMBRA INGENIERIA S.A.
AV. PETIT THOUARS NRO. 4957 INT. 501

LIMA
CUMBRA INGENIERIA S.A.

DOCUMENTO	NÚMERO	PÁGINA	FECHA
Presupuesto	1 009738	1	14/06/2022

CLIENTE	R.U.C.	AGENTE	CONDICION DE PAGO	VALIDEZ DE LA OFERTA
2981	20100356270	27 jean.silva@autosolar.pe - Cel 945457588	Contado	1 Mes, salvo cambio de tarifa

GARANTÍA DE UN AÑO EN LOS EQUIPOS OFERTADOS

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UD.	SUBTOTAL	DTO.	TOTAL
9999999	SERVICIO DE INSTALACION PROPUESTA 9726	1,00	32.500,00	32.500,00		32.500,00

TIPO	IMPORTE	DESCUENTO	PRONTO PAGO	PORTES	FINANCIACIÓN	BASE	I.G.V	R.E.
18,00 10,00 4,00	32.500,00					32.500,00	5.850,00	

COMPRAS DEL DIA DE HOY SERAN PROCESADAS AL DIA SIGUIENTE LABORAL
GARANTIA DE TRANSPORTE A PROVINCIA SOLO POR LAS EMPRESAS:
MARVISUR - SHALOM - OLVA COURIER
NO INCLUYE ENVÍO A OTRAS AGENCIAS NI INSTALACION, SALVO SE INDIQUE EN LA COTIZACIÓN

TOTAL: S/. 38.350,00

TIPO DE MONEDA: NUEVOS SOLES
PARA DOLARES: TIPO DE CAMBIO DEL DIA: 3,55

Firmado Autosolar



FORMA DE PAGO: TRANSFERENCIA BANCARIA

DATOS BANCARIOS EN SOLES Y DOLARES

BCP SOLES: 1942448005022 / CCI: 00219400244800502298

BCP DOLARES: 1942552861183 / CCI: 00219400255286118390

INTERBANK SOLES: 6373001500225 / CCI: 00363700300150022563

SOLICITUD DE COTIZACIÓN

UNIDAD EJECUTORA : 001 PRIVADA
NRO. IDENTIFICACIÓN : MOQUEGUA 000000

Señores :	SMV WELDING SOLUTIONS E.I.R.L.	R.U.C.	20533081031
Dirección :	Sector a Mtra. V2 Lote. 5 A.V. Villa Japon		
Teléfono :	953940414	Fax :	
Nro. Cons. :	00142	Fecha :	09/06/2022
Concepto :	INFORME N° 0142	Documento :	PEDIDO-0142

UNIDAD MEDIDA	DESCRIPCION	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
01	SERVICIO DE FABRICACION E INSTALACION DE ESTRUCTURAS METALICAS TÉRMINO DE REFERENCIA: SERVICIO DE FABRICACION E INSTALACION DE ESTRUCTURAS METALICAS A TODO COSTO, SEGÚN DETALLE EN LOS PLANOS Y TERMINOS DE REFERENCIA ADJUNTOS.	20940.00	20940.00
TOTAL			20940.00

Condiciones de Compra

- Forma de Pago: pago unico
- Garantía: 06 meses
- La Cotización debe incluir el I.G.V.
- Plazo de Entrega / Ejecución del Servicio : 15 días calendario
- Tipo de Moneda : soles
- Validez de la cotización : 15 días
- Remite junto con su cotización la Declaración Jurada y Pacto de Integridad, debidamente firmadas y selladas.
- Indicar su razón social, domicilio fiscal y número de RUC

Atentamente,

ANEXO 11

Ficha Técnica del Interruptor

COTIZACION – LLAVE TERMOMAGNETICA 2x125A - INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x125A 30mA



CENTRO DE ILUMINACIONES ROJESAN SOCIEDAD
COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
CAL. PROLOGANCION CALLE ANCASH LT. 4 MZ. A-6
MOQUEGUA MARISCAL NIETO MOQUEGUA

ROJESAN_3@HOTMAIL.COM
981090576---981091931

RUC 20532342911
COTIZACIÓN
N° 1896

Señores: Emisión: 13/07/2022
DNI: Vencimiento: 31/07/2022
Dirección: Moneda: SOLES
Forma de pago: Efectivo Condición de pago: CONTADO
Vendedor: JESUS MANUEL CARRILLO ROJAS

CÓDIGO	CANT.	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	P. UNIT	DESC. U.	P. VENTA	V. VENTA
000	4.00	INTERRUPTOR TERMOMAGNÉTICO RIEL DIN ACT19 C120N 2P 125A 10kA MARCA SCHNEIDER ELECTRIC	UNIDAD BIENES	S/ 725.00	S/ 0.00	S/ 2,900.00	S/ 2,457.63
000	4.00	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2P 125A 30mA 400V	UNIDAD BIENES	S/ 1,469.00	S/ 0.00	S/ 5,876.00	S/ 4,979.66
000	1.00	GABINETE PARA TABLERO ELECTRICO 450x660x100 - RIEL DIN	UNIDAD BIENES	S/ 240.00	S/ 0.00	S/ 240.00	S/ 203.39

Total Gravado S/	7,640.68
Total Exonerado S/	0.00
Total Inafecto S/	0.00
Total IGV S/	1,375.32
Total Descuentos S/	0.0
Total Otros Cargos S/	0.00
Importe Total S/	9,016.00

IMPORTE TOTAL A PAGAR S/ 9,016.00

SON: NUEVE MIL DIECISEIS Y 00/100 SOLES

Datos para la Transferencia Beneficiario CENTRO DE ILUMINACIONES ROJESAN SOCIEDAD COMERCIAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA
Banco de Crédito del Perú
Cta Cte. en Soles: 4302223431032 CCI: 00243000222343103278

ANEXO 12

Cotización de Puesta a Tierra

DESCRIPCIÓN: INSTALACION DE SISTEMA DE PUESTA A TIERRA PARA SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO
-PROYECTO LEONARDO BARAVIA - ALFREDO MEDINA - A TODO COSTO

Presupuesto N°: 2022-HVAC-LMSL
Fecha: 13-07-2022



1.- COSTO DE MANO DE OBRA EN DIAS UTILES						
DESCRIPCION	REMUNERACION \$/			NUMERO DE TRABAJADORES	Subtotal Unitario \$/	COSTO TOTAL \$/ (Sin I.O.V.)
	Diaria	Cantidad dias	Turnos de 08 horas al dia			
1.1 EMPLEADOS						
Ing Residente	-	0	-	-	-	-
Ing Seguridad	-	0	-	-	-	-
Supervisor	190.00	1	-	1	190.00	190.00
Cadista	-	0	-	-	-	-
1.2 OBREROS						
Operario electrico	160.00	3	-	1	480.00	480.00
Oficial electrico	140.00	3	-	1	420.00	420.00
Operario mecanico-soldador	-	-	-	-	-	-
Oficial mecanico-soldador	-	-	-	-	-	-
Operario civil	160.00	2	-	1	320.00	320.00
Peon Civil	100.00	2	-	1	200.00	200.00
TOTAL				6 PERSONAS	1.420.00	1.420.00
TOTAL COSTO POR MANO DE OBRA						

ESTRUCTURA DE COSTOS DE MANO DE OBRA	
TOTAL COSTO MANO DE OBRA	\$/ 1.420.00

2.- SOBRE UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD (Sin I.G.V.)						
ELEMENTO DE PROTECCION PERSONAL	N° TRAB	CANTIDAD	MARCA	COSTO UNITARIO	VEDA UTIL (MESES)	TOTAL \$/
RELLIDO EN COSTO DE MANO DE OBRA	-	-	-	-	-	-
<i>Agrupar más filas de recursos</i>						
TOTAL COSTO EQUIPO DE SEGURIDAD						

3.- RELACION DE MATERIALES A UTILIZAR EN EL SERVICIO (Sin I.G.V.)						
DESCRIPCION DE MATERIALES	MARCA	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES TECNICAS	COSTO UNITARIO	VEDA UTIL (MESES)	TOTAL \$/
Para Construcción...						
BENTONITA Na. MOLIDO X 30KG	RE/YVA	2	-	-	\$/	35.00
DOSIS PACH P/BAJAS RESISTIVIDAD X 25 KG	-	2	-	-	\$/	135.00
MELJORADOR CEMENTO CONDUCTIVO X 25 KG	REDUCRETE	2	-	-	\$/	135.00
CONECTOR AB Cu 3/4"	-	1	-	-	\$/	7.00
CAJA REGISTRO CONCRETO CIRCULAR	RE/YVA	1	-	-	\$/	30.00
VARILLA Cu 3/4 X 240 mts	-	1	-	-	\$/	260.00
TUBO PCV 1" x 6mt	-	5	-	-	\$/	215.00
PEGAMENTO PVC	-	1	-	-	\$/	20.00
CABLE OPT 4AVG x 100m	-	0.5	-	-	\$/	65.00
CABLE DESNUDO 35mm2 x 1m	-	25	-	-	\$/	500.00
BARRA DE COBRE RACK - GABINETE	-	2	-	-	\$/	240.00
MATERIALES PROPORCIONADOS POR HVAC ELECTRIC						
TOTAL COSTO MATERIALES						1.622.00

4.- RELACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL SERVICIO						
DESCRIPCION DE HERRAMIENTAS	MARCA	CANTIDAD	ESPECIFICACIONES TECNICAS	COSTO UNITARIO	VEDA UTIL (MESES)	TOTAL \$/
HERRAMIENTAS PARA ELECTRICO	-	3 dias	-	125.00	\$/	375.00
TELERIMETRO	-	3 dias	-	100.00	\$/	300.00
HERRAMIENTAS PARA CIVIL	-	2 dias	-	100.00	\$/	200.00
TOTAL COSTO HERRAMIENTAS						\$/ 875.00

5.- TRANSPORTE (MOVILIDAD DENTRO Y FUERA)						
DESCRIPCION	Cost.	Marca	Rend. (Km./GL)	Año Fabric.	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$/
TRANSPORTE GENERAL	3 dias	-	-	-	-	390.00
TOTAL COSTO TRANSPORTE						390.00

6.- GASTOS DIVERSOS				
DESCRIPCION	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL \$/

ANEXO 13

Cotización de Mantenimiento de Sistema Fotovoltaico



PROPUESTA ECONÓMICA

Servicio N°: SERV120722-2 Presupuesto N° 1
 Descripción: MANTENIMIENTO GENERAL DE SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO - LEONARDO SARAVIA - ALFREDO MEDINA Fecha: 12/07/2022

1.- COSTO DE MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	N° DE TRABAJADORES	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL (SIN IGV)
TÉCNICO ELÉCTRICISTA	2	S/ 160.00	S/ 320.00
TOTAL COSTO POR MANO DE OBRA			

2.- SOBRE UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

UNIFORME/IMPLEM. DE SEGURIDAD	N° TRAB	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL	TOTAL
-	-	-	-	-	-
TOTAL COSTO EQUIPO DE SEGURIDAD					-

3.- RELACION DE MATERIALES A UTILIZAR EN EL SERVICIO (Sin I.G.V.)

DESCRIPCIÓN DE MATERIALES	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	MARCA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL	TOTAL
LIMPIACONTACTOS	-	3M	3	S/ 15.00	-	S/ 45.00
OTROS	-	-	-	-	-	S/ 15.00
TOTAL COSTO MATERIALES						S/ 60.00

4.- RELACION DE EQUIPOS Y HERRAMIENTAS A UTILIZAR EN EL SERVICIO

DESCRIPCIÓN DE HERRAMIENTAS	MARCA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	VIDA ÚTIL	TOTAL
PINZA AMPERIMÉTRICA	FLUKE	1	-	-	S/ 150.00
VARIOS	-	-	-	-	S/ 40.00
TOTAL COSTO HERRAMIENTAS					S/ 190.00

6.- MOVILIDAD

DESCRIPCIÓN	CANTID	COSTO UNITARIO	TOTAL
-	-	-	S/ 40.00
TOTAL COSTO MOVILIDAD			S/ 40.00

7.- RESUMEN ASPECTOS ECONÓMICOS COSTOS

TOTAL COSTO POR EL SERVICIO	TOTAL S/
1. TOTAL COSTO MANO DE OBRA	S/ 320.00
2. TOTAL COSTO EQUIPO DE SEGURIDAD	S/ -
3. TOTAL COSTO MATERIALES	S/ 60.00
4. TOTAL COSTO EQUIPOS HERRAMIENTAS	S/ 190.00
5. TOTAL COSTO MOVILIDAD	S/ 40.00
COSTO TOTAL DEL SERVICIO SIN INCLUIR EL IGV.	S/ 610.00
I.G.V. 18%	S/ 109.80
COSTO TOTAL TOTAL DEL SERVICIO INCLUIDO EL IGV. CORRESPONDIENTE	S/ 719.80
VIGENCIA DE LA PROPUESTA	30 DIAS CALENDARIO
GARANTIA DEL SERVICIO	12 MESES
PLAZO ENTREGA DEL SERVICIO	1 DÍA CALENDARIO

POHAR E.I.R.L.
S. YASUO YINA ROMERO
 Gerente

ANEXO 14

Ficha Técnica de Transformador de Corriente



149

Rail-type Multifunction Electrical Instrument with External Split Core Current Transformer

Use and Installation Manual V1.3

Acrel Co., Ltd.

Announcement

Please read the manual carefully before using the product. The pictures, marks and symbol in the manual belong to Acrel. The manual or part of it shall not be publicly reprinted by people outside the company without written authorization.

The manual will be continuously updated and corrected but it is inevitable to see a little discrepancy or error if compared with the real products. Please refer to the purchased real product. The latest version of the manual is available on www.ACREL.cn or sales channel upon request.

Content

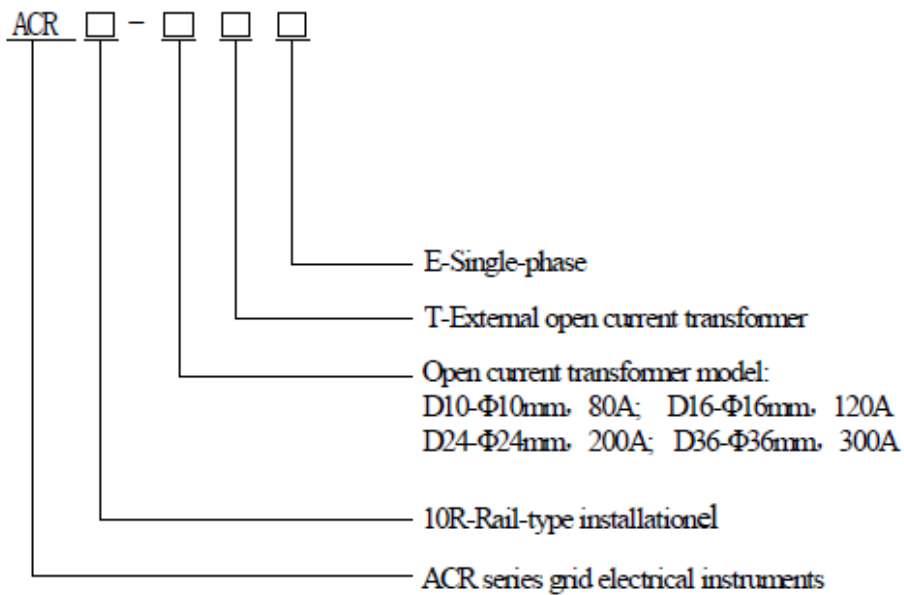
1. Overview.....	1
2. Product Specifications.....	1
3. Product Function.....	1
4. Technical Parameters.....	2
5. Installation.....	3
5.1 Overall and Installation Dimensions (Unit: mm).....	3
5.2 Open Current Transformer's Dimension (Unit: mm).....	3
5.3 Installation Method.....	4
5.4 Connection Mode.....	4
6. Programming and Use.....	5
6.1 Panel Description.....	5
6.2 Button Function Description.....	5
6.3 Operation Instructions.....	6
6.4 Programming Menu.....	6
6.4.1 General Programming Menu.....	6
6.5 Programming Examples.....	7
6.5.1 How to Change Current Multiplier (CT Transformation Ratio).....	7
6.5.2 Programming Cases.....	8
7. Communication Connection.....	9
7.1 Transmitting Method.....	9
7.2 Information Frame Format.....	9
7.3 Function Code Introduction.....	10
7.3.1 Function Code 03H or 04H: Reading Register.....	10
7.3.2 Function Code 10H: Writing Register.....	10
7.4 Communication Application Details.....	11
7.5 Communication Address List (MODBUS-RTU Protocol).....	11

Note: The instrument must be installed on the spot together with a complementary split-core current transformer .

1. Overview

The rail-type multifunction electrical instrument with external Rogowski coil and split-core current transformer is applicable for the energy-saving reconstruction project in high energy consumption industries including the smelting, iron and steel, welding and semi-conductor industry. It is also suitable for applications such as the power monitoring of grid-connected cabinet for distributed photovoltaic power cabinet and energy demand management. It boasts of no need of bus removal, easy connection and safe construction, saving reconstruction cost and raising efficiency for the user. It integrates the measurements of all electric parameters (including single-phase or three-phase current, voltage, active power, reactive power, apparent power, frequency and power factor) and comprehensive energy monitoring and examination management. Meanwhile, it also has various peripheral interfaces for the user to choose: the RS485 communication interface with MODBUS-RTU protocol can meet the need of online communication management; the interfaces with switch input and relay output can realize the remote signalling and remote control of the circuit breaker switch. It is very suitable for real-time power monitoring system with an LCD display and the panel buttons to realize the setting and control of parameters.

2. Product Specifications



3. Product Function

Function		Model	ACR10R-DxxTE
		Measurement Parameters	
			■

	Single-phase voltage	■
	Single-phase (active power, reactive power, power factor)	■
	Three-phase (active energy, reactive energy)	■

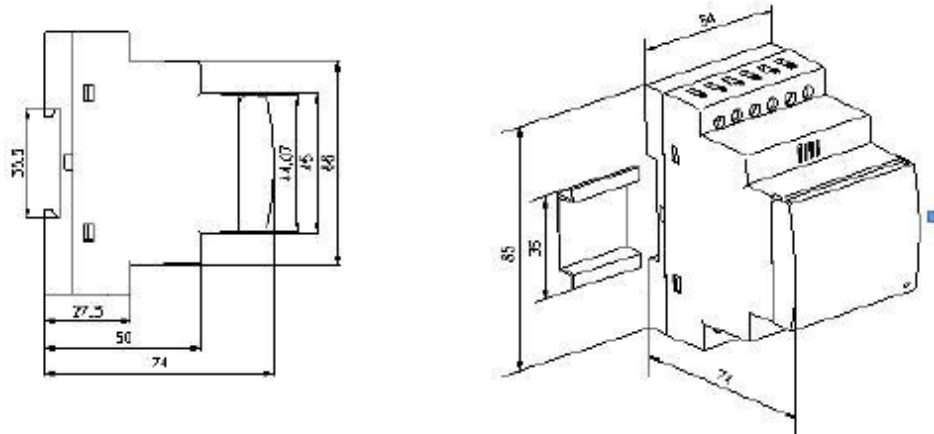
Note:1.“■”refers to standard function, the standard configuration for above instruments is 1 channel RS485 communication.

4. Technical Parameters

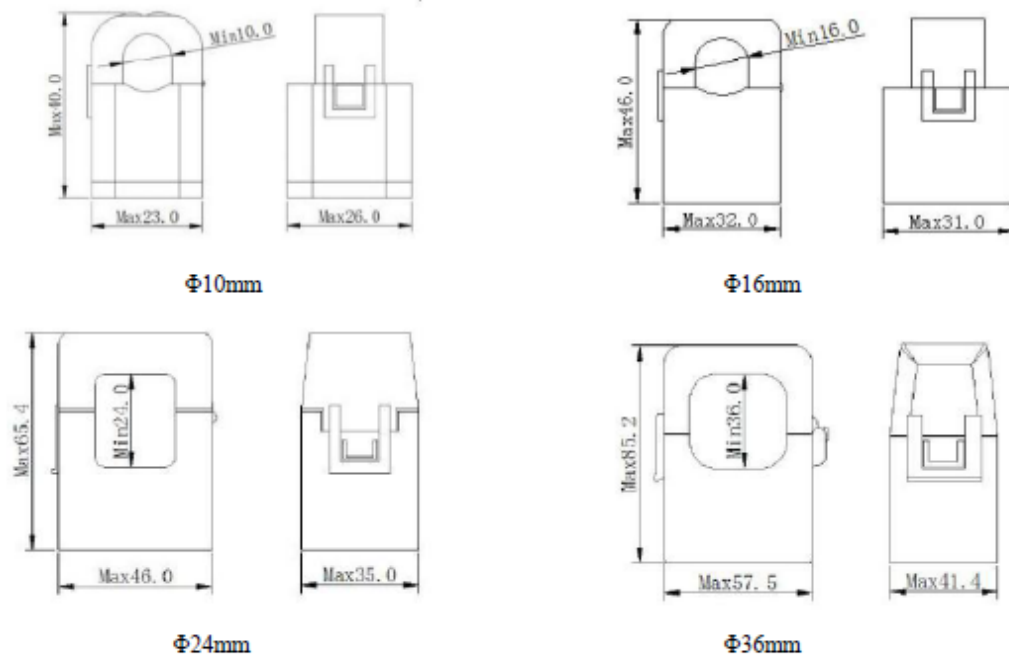
Technical parameters		Indicators	
Input	Grid	Single-phase	
	Frequency	45~65Hz	
	Voltage	Rated voltage: AC 100V, 400V	
		Overload: 1.2 times the rated voltage(continuous); 2 times the rated voltage lasting for 1 second	
		Power consumption: less then 0.2VA	
	Current	Rated current: 10A, 20A, 40A, 80A, 120A, 200A etc. (for details see product specifications)	
Overload: 1.2 times the rated current(continuous);10 times the rated current lasting for 1 second			
Power consumption: less then 0.2VA			
Output	Communication	RS485 interface, Modbus-RTU	
	Display	LCD	
Measurement precision		Voltage: 0.2 level, current, power Active energy: 0.5 level,0.01Hz frequency, Reactive energy: 1 level	
Power supply		AC85~265V or DC100~350V; power consumption ≤10VA	
Safety	Power frequency withstand voltage	AC2kV 1 min between power supply // current input//voltage input and communication AC2kV 1 min between each pair of combinations among power supply, urrent input and voltage input.	
	Insulating resistor	Input,output terminal to housing >100MΩ	
Environment		Working temperature: -10°C~+55°C;storage temperature: -20°C~+70°C Relative humidity:5%~95%. non-condensing; altitude:≤2500m	

5. Installation

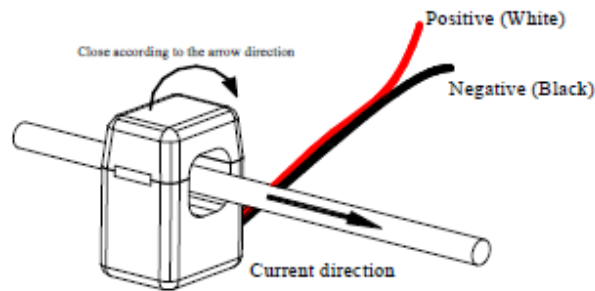
5.1 Overall and Installation Dimensions (Unit: mm)



5.2 Open Current Transformer's Dimension (Unit: mm)



5.3 Installation Method

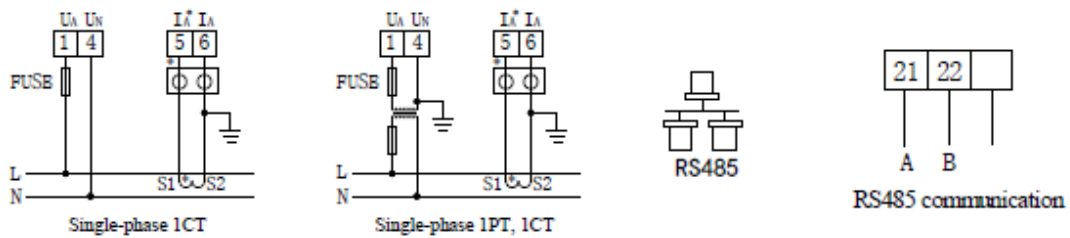


Installation Method of the Open Current Transformer Close

5.4 Connection Mode

(Note: The connection diagram on the instrument housing shall prevail in case of any discrepancies with it)

According to different design requirements ,it is recommended to add fuses at power supply and voltage input terminals to meet the safety requirements of relevant electrical specifications

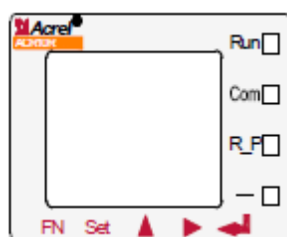


NOTE: It is recommended to use 0.5A or 3A for the fuse in the connection diagram;

RS485 communication terminal connection can use either RJ45 female or normal connector.

6. Programming and Use

6.1 Panel Description



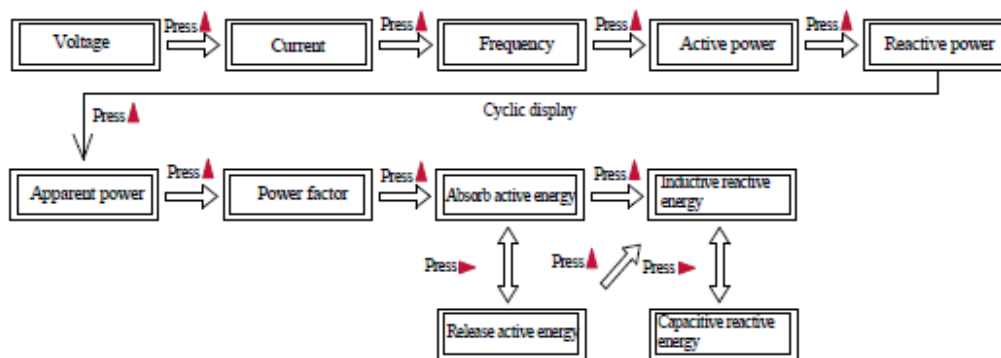
	Off	On	Flashing
Run (Green)	The instrument is not running	/	The instrument is running normally
Com (Red)	The instrument is not communicating	/	The instrument is in communication status.
R-P (Red)	Positive power	Negative power	/
— (Red)	/	Negative value indicator lamp	/

6.2 Button Function Description

The five buttons of the instrument are FN button, SET button, ▲ button, ► button, Enter button from left to right.

FN button	The button function is not yet available.
SET button	In the measurement mode, press this button to enter the programming mode. The instrument will indicate entering password. When the correct password is entered, you can set the programming for the instrument; in the programming mode, use it to return to the previous menu
▲ button	In the measurement mode, it is used to switch display items; In the programming mode, it is used to switch menus of the same level or reduce the units.
► button	In the measurement mode, it can be used to see relevant parameters. For details, see the display menu; In the programming mode, it is used to switch menus of the same level or increase the units.
Enter button	In the programming mode, it is used to confirm the items selected from the menu and the modification of parameters.
▲ button+Enter button	In the programming mode, the combination is used to reduce hundreds
► button+Enter button	In the programming mode, the combination is used to increase hundreds

6.3 Operation Instructions



6.4 Programming Menu

6.4.1 General Programming Menu

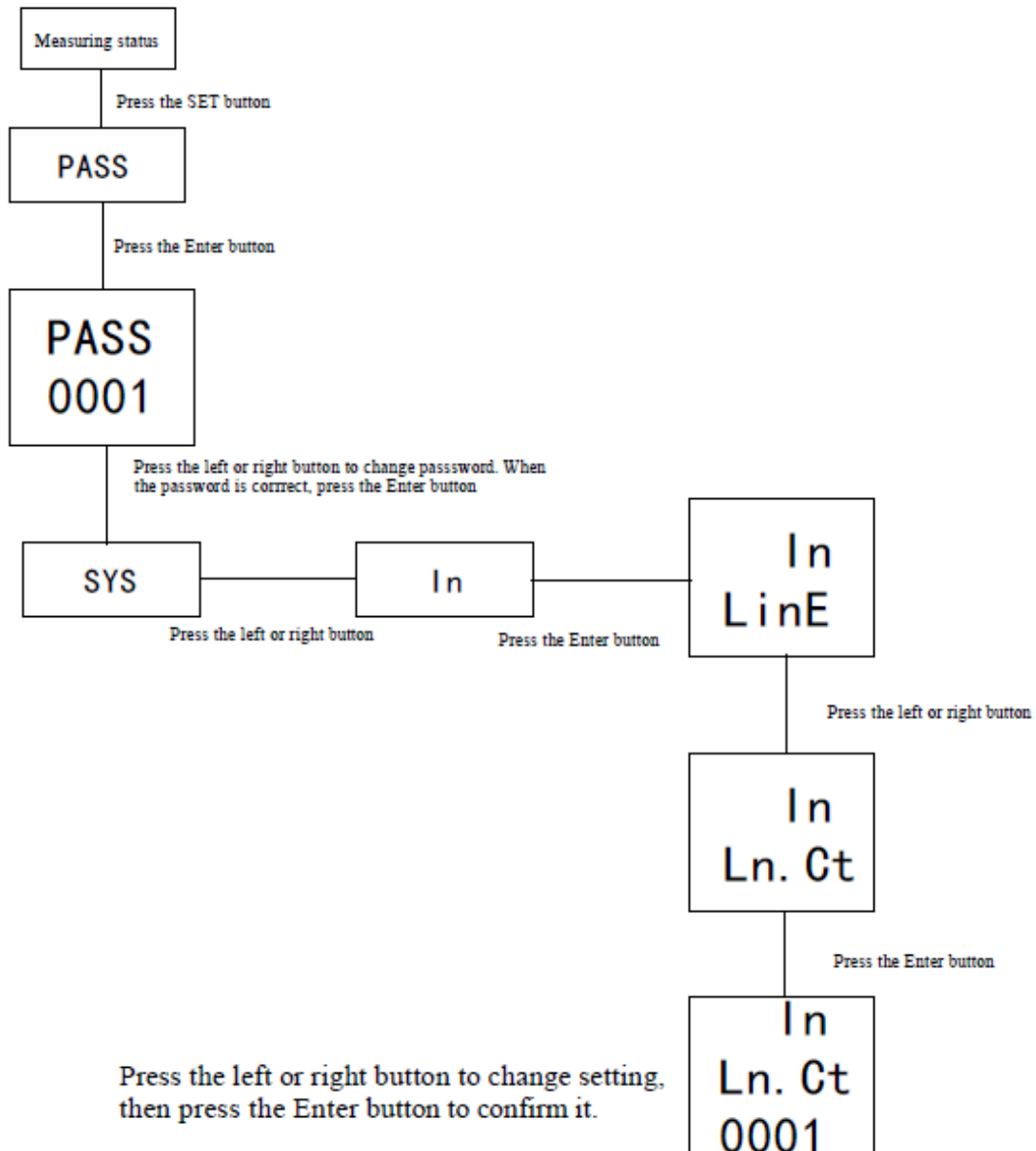
1 st level menu	2 nd level menu	3 rd level menu	Description
545	dISP		Selection for start-up picture without auto page turning
	Code	0-9999	Password setting (initial password 0001)
	Clr.E		OK is displayed when energy cleared off
	Err		Abnormal data statistics
In	Line	1P2L,3P3L、3P4L	Connection mode(single-phase, three-phase three-wire, three-phase four-wire)
	InU	100、400	Input voltage range
	InI	10,20,40,80,120,200,300etc.(For details, please see product specifications)	Input current scope (not for user operation)
	InPt	0-9999	Voltage multiplier
	InEt	0-9999	Current multiplier
bUS	Addr	1-247	Communication address
	baUD	4800、9600、19200、38400	Communication baul rate
	node	None/2bit/odd/even	Communication mode (no parity, 2 stop bit, odd parity, even parity)

6.5 Programming Examples

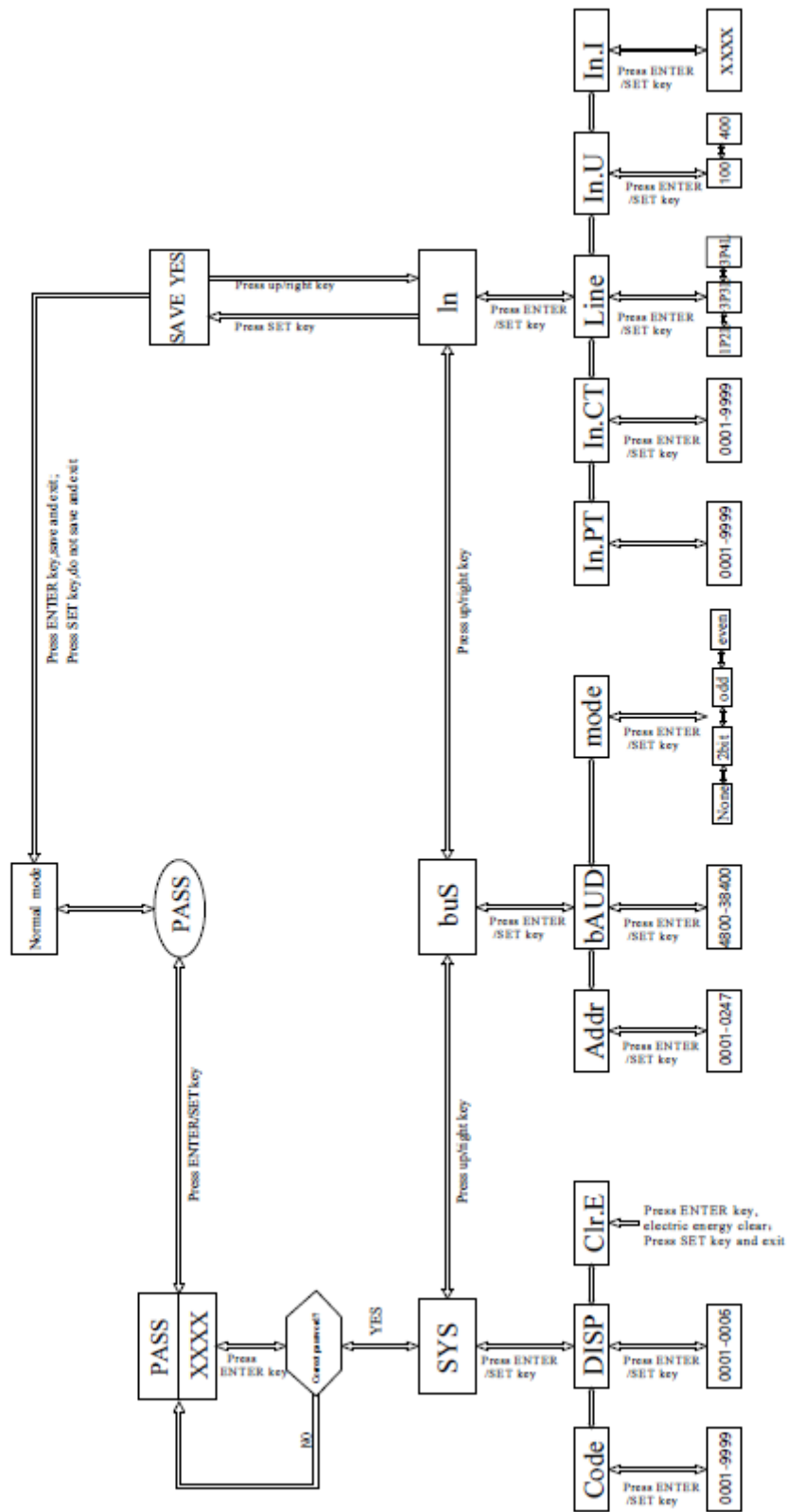
This section introduces some option change in the programming menu in the form of work flow chart, such as the current multiplier, transformer setting.

Note: When the setting or selection is done, the Enter button must be pressed to confirm it. After the confirmation is complete, continuously press the SET button until the SAVE/YES page appears. At this time, the Enter button must be pressed at this time or the setting will not be valid.

6.5.1 How to Change Current Multiplier (CT Transformation Ratio)



6.5.2 Programming Cases



7. Communication Connection

The instrument provides asynchronous half-duplex RS485 communication interface which adopts MODBUS-RTU protocol so all kinds of data can be transmitted on the communication line. Theoretically, one communication line can be connected with up to 128 instruments, each of which can set a communication address (Addr) and communication rate (baud) via setting.

For the communication connection, we recommend to use the three-core shielding wire. The core wires are connected to A,B,COM2 respectively and the shielding layer is connected to the ground. COM2 is forbidden to have ground connection. When laying the wires, the communication line shall be kept away from the strong current cable or other strong electric field.

It is recommended to add a matching resistor between A and B of the end instruments. The resistance range is 120Ω~10kΩ.

See 7.6 for specific connection case.

7.1 Transmitting Method

The information transmission is asynchronous and in bytes. The communication message transmitted from the master to the slave is in 10-bit format including 1 start bit, 8 data bit (LSB first delivered), no parity bit, one stop bit. If parity bit or 2 stop bit is set, the format is 11-bit.

7.2 Information Frame Format

Address code	Function code	Data zone	CRC check code
1 byte	1 byte	n byte(s)	2 bytes

Address code: the address code is in the beginning of the frame, which is composed of a byte (8 bit binary code) representing 0~255 in decimal system. The PZ instrument only uses 1~247 and keeps other addresses. The bits indicate the address of the terminal device designated by the user. The device will receive the data from the linked master. The address of every terminal device must be unique. Only the end addressed will correspond to the query containing its address. When the terminal sends back a response, the responding slave address will tell the master which terminal is communicating with it.

Function code: the function code tells the addressed terminal to carry out which functions. The table below lists up the function codes used by this instrument as well as their meanings and functions.

Function	Definition	Operation
03H/04H	Data reading register	Obtaining the current binary value of one or more registers.
10H	Preset multi-register	Set the binary value into a series of multi-register

Data zone: the data zone contains the data needed for carrying out certain functions or collected when the terminal responds to the query. The content of the data may be number, reference address or set value. For example: if the function code tells the terminal to read a register, the data zone needs to specify which register to start with and how much data to be read. The embedded address and data will vary with types and different content of the slaves.

CRC check code: CRC field occupies two bytes including one 16-bit binary value. The CRC value is calculated by the transmitting device then added to the data frame. The receiving device will recalculate the CRC value upon receiving the data then compare it with the received value in the CRC field. If the two values are not identical, there is an

error.

The procedure to generate a CRC”

A.Preset a 16-bit register as 0FFFFH (full 1), which is called CRC register.

B.Make XOR calculation with 8 bit of the first byte in the data frame and the lower byte in the CRC register and store the result into the CRC register.

C.Shift the CRC register right a bit and fill the MSB with 0 and take out the LSB for checking.

D.If the LSB is 0, repeat step 3 (one more shift); if the LSB is 1, make XOR calculation with CRC register and preset fixed value (0A001H).

E.Repeat step three and step four until the 8th shift. The entire 8 bit processing is complete in this way.

F.Repeat step two to five to process the next 8 bits until all bytes are processed.

G.Finally, the CRC register value becomes the CRC value.

Besides, there is also a way to calculate CRC using the preset table. It is characterized by rapid calculation speed. However, the table needs relatively large storage room. We will not introduce it here, please refer to relevant materials.

7.3Function Code Introduction

7.3.1Function Code 03H or 04H: Reading Register

The function allows the user to obtain the data collected and recorded by the device and system parameters. The data number requested by the master computer for one time has no limitation but cannot exceed the defined address range.

The following examples are 3 basic data read from 01 slave computer (every address in the data frame takes up 2 bytes):UAB, UBC, UCA. Among them, UAB’s address is 0028H, UBC’s address is 0029H and UCA’s address is 002AH.

Sent by master		Sent message	Feedback by slave		Feedback message
Address code		01H	Address code		01H
Function code		03H	Function code		03H
Start address	UB	00H	Bytes		06H
	LB	28H	Register data	UB	Undefined
Number of registers	UB	00H		LB	Undefined
	LB	03H	Register data	UB	Undefined
CRC check code	LB	85H		LB	Undefined
	UB	C3H	Register data	UB	Undefined
		LB		Undefined	
			Register data	LB	Undefined
				UB	Undefined

7.3.2Function Code 10H: Writing Register

The function code 10H allows the user to change the contents of multiple registers. The function code can be used to write the system parameters and switch output status. The master computer can write a maximum of 16 pieces of data (32 bytes) at once.

The following example shows that when the preset address is 01, the switch output is Do1. The switch input/output status indication register’s address is 0022H. The 9-12 bit corresponds to DI1-DI4, the 13-14 bit corresponds to D01-D02 respectively.

Sent by master		Sent message	Feedback by slave		Feedback message
Address code		01H	Address code		01H
Function code		10H	Function code		10H
Start address	UB	00H	Start address	UB	00H
	LB	22H		LB	22H
Register number	UB	00H	Register number	UB	00H
	LB	01H		LB	01H
Byte number		02H	CRC check code	LB	A1H
0022H data to be written	UB	10H		UB	C3H
		LB	00H		
CRC check code	LB	ADH			
	UB	12H			

7.4 Communication Application Details

The instrument design has a uniform planning for the communication address list. The user can easily realize the functions of remote measurement, remote signalling and remote control according to the following introduction.

7.5 Communication Address List (MODBUS-RTU Protocol)

(1Float=2Word, 1Word=8Byte)

Address	Parameters	attribute	Number range	Data type	Remarks
0000H	Protective password	R/W	0001-9999	word	
0001H UB	Communication address	R/W	0001-0247	word	
0001H LB	Baud rate	R/W	0-3: 38400、19200、9600、4800bps		
0002H	Reserved	R	Factory parameters. Users are not allowed to write an order.	word	
0003H	PT transformation ratio	R/W	1-9999	word	
0004H	CT transformation ratio	R/W	1-9999	word	
0005H~0021H	Reserved	R	Factory parameters. Users are not allowed to write an order.	word	
0061H	U	R	0-65535	word	1 bit decimal is reserved
0062H~0063H	Reserved	R		word	
0064H	I	R	0-65535	word	2 bit decimal is reserved
0065H~0066H	Reserved	R		word	
0067H	P	R	-32760—+32760	word	3 bit decimal is reserved, KW
0068H~006AH	Reserved	R		word	

006BH	Q	R	-32760—+32760	word	3 bit decimal is reserved, KVar
006CH~006EH	Reserved	R		word	
006FH	S	R	0—65535	word	3 bit decimal is reserved, KVA
0070H~0072H	Reserved	R		word	
0073H	PF	R	0-100	word	2 bit decimal is reserved
0074H~0076H	Reserved	R		word	
0077H	F	R	4500-6500		2 bit decimal is reserved
0078H~007AH	Reserved				
Energy adress list below					
0047H~0048H	Absorbing active energy	R	0-9999999999	Float	Primary energy
0049H~004AH	Releasing active energy	R	0-9999999999	Float	Primary energy
004BH~004CH	Reactive energy	R	0-9999999999	Float	Primary energy
004DH~004EH	Capacitive reactive energy	R	0-9999999999	Float	Primary energy

ANEXO 15

Adquisición de Datos

 SolisCloud: control inteligente de sistemas de energía solar

S3-GPRS/WiFi-ST

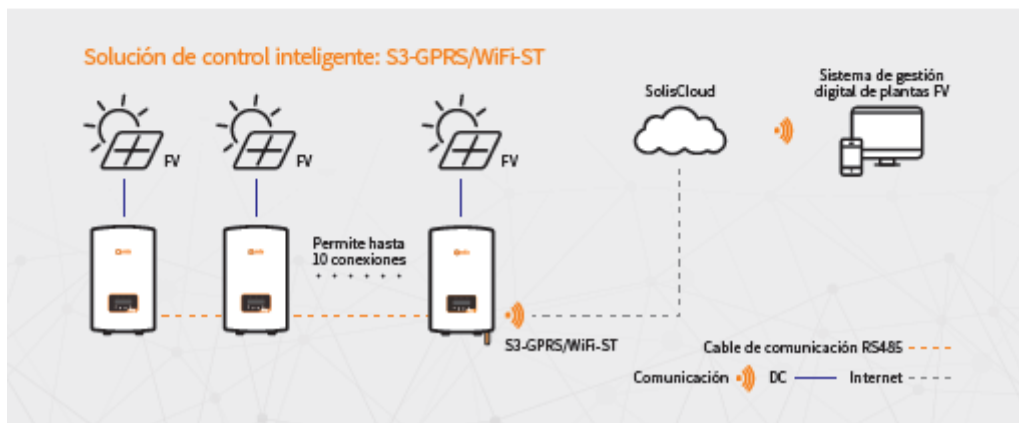
Accesorios: Stick de datos Solis

>> Utiliza comunicación RS485 para conectar el inversor, y la conexión de datos mediante red inalámbrica wifi o GPRS para disfrutar de control y monitorización a distancia. La red transmite datos de manera intuitiva, lo que resulta práctico para que el cliente pueda acceder en cualquier momento y lugar.



Características:

- Alarma de avería, supervisión en tiempo real
- Botón RESET, una sola tecla para enviar datos, cómoda depuración
- Plug and play, cómodo y rápido
- Indicador de estado, fácil de mostrar el estado de funcionamiento



Hoja de datos

Modelo	S3-GPRS-ST	S3-GPRS/WiFi-ST	S3-WiFi-ST
Comunicación			
Tipo de dispositivo soportado	Inversor Solis		
Número de inversores conectados ^(*)	≤10		
Intervalos de recopilación de datos	5 minutos		
Indicador de estado	LED × 3		
Interfaz de comunicación	4 Pin		
Comunicación inalámbrica	850/900/1800/1900 MHz	802.11b/g/n (2.4G—2.483G)	
Método de configuración	APP/WEB		
Eléctrico			
Tensión de funcionamiento	DC 5V(+/-5%)		
Consumo de energía en funcionamiento	≤5 W		
Ambiente			
Temperatura de funcionamiento	-30 ~ +65°C		
Humedad de funcionamiento	5%-95%, humedad relativa, sin condensación		
Temperatura de almacenamiento	-40 ~ +70°C		
Humedad de almacenamiento	< 40%		
Altitud de funcionamiento	≤4000 m		
Grado de protección	IP65		
Mecánico			
Dimensiones (longitud*ancho*altura)	133*45*41 mm	128*50*34 mm	
Método de instalación	Inserción+Torque		
Peso	84 g	80 g	
Otro			
Certificados	CE	CE, FCC	

(*) Conectar los inversores con cables RS485.