



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

**Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la
facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad
Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Morales Cutipa, Alex Jenry (orcid.org/0009-0007-0026-3344)

Pilco Incacoña, Daniel (orcid.org/0009-0001-6512-0068)

ASESOR:

Mg. Cuadros Camposano, Edwin Huber (orcid.org/0000-0001-6478-8130)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Generación, Transmisión y Distribución

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

Dedicatoria

Primeramente, agradezco a Dios y a nuestros padres por haberme dado la vida y permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación personal y profesional. Asimismo, agradecemos a nuestros familiares y amigos, docentes de la universidad que me han acompañado en este camino tan arduo y valioso.

Agradecimiento

Agradecer a los funcionarios de la Municipalidad Distrital El Algarrobal por participar en la investigación. Así también, al Mg. Cuadros Camposano por su apoyo constante en la elaboración del presente trabajo.

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA
Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023.", cuyos autores son MORALES CUTIPA ALEX JENRY, PILCO INCACOÑA DANIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 03 de Abril del 2024

| Apellidos y Nombres del Asesor: | Firma |
|--|--|
| CUADROS CAMPOSANO EDWIN HUBER DNI: 09599387 ORCID: 0000-0001-6478-8130 | Firmado electrónicamente por: EHCUADROS el 07- 05-2024 16:02:44 |

Código documento Trilce: TRI – 0741431

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, MORALES CUTIPA ALEX JENRY, PILCO INCACOÑA DANIEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC -TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

| Nombres y Apellidos | Firma |
|--|--|
| MORALES CUTIPA ALEX JENRY DNI: 75537048 ORCID: 0009-0007-0026-3344 | Firmado electrónicamente por: AJMORALES el 18-06-2024 16:07:36 |
| PILCO INCACOÑA DANIEL DNI: 73476928 ORCID: 0009-0001-6512-0068 | Firmado electrónicamente por: DPILCOI el 18-06-2024 15:46:52 |

Código documento Trilce: INV – 1623643

Índice de contenidos

| | |
|--|------|
| Carátula..... | i |
| Dedicatoria | ii |
| Agradecimiento | iii |
| Declaratoria de Autenticidad del Asesor | iv |
| Declaratoria de Originalidad de los Autores | v |
| Índice de contenidos | vi |
| Índice de tablas | vii |
| Índice de figuras..... | viii |
| Resumen | ix |
| Abstract | x |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 4 |
| III. METODOLOGÍA | 14 |
| 3.1. Tipo y diseño de investigación..... | 14 |
| 3.2. Variables y operacionalización | 15 |
| 3.3. Población, muestra y muestreo | 15 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 17 |
| 3.5. Procedimientos | 20 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 21 |
| 3.7. Aspectos éticos..... | 21 |
| IV. RESULTADOS..... | 22 |
| V. DISCUSIÓN | 42 |
| VI. CONCLUSIONES | 47 |
| VII. RECOMENDACIONES | 48 |
| REFERENCIAS..... | 49 |
| ANEXOS | 57 |

Índice de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Técnicas e instrumentos de la investigación | 18 |
| Tabla 2. Validez de instrumentos..... | 19 |
| Tabla 3. Confiabilidad de radiación solar incidente en la superficie | 20 |
| Tabla 4. Potencia instalada en la municipalidad el Algarrobal 2023 | 24 |
| Tabla 5. Promedio mensual de radiación solar en 3 años..... | 25 |
| Tabla 6. Valores para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico | 26 |
| Tabla 6. Comparación de paneles solares fotovoltaicos | 27 |
| Tabla 8. Distancias de equipos para cálculo de conductores eléctricos | 32 |
| Tabla 9. Resumen de componentes del dimensionamiento del sistema fotovoltaico | 34 |
| Tabla 10. Inversión en componentes del sistema fotovoltaico | 35 |
| Tabla 11. Inversión en mano de obra..... | 35 |
| Tabla 12. Inversión inicial del sistema fotovoltaico..... | 36 |
| Tabla 13. Costo en mantenimiento anual..... | 36 |
| Tabla 14. Beneficio del sistema fotovoltaico | 37 |
| Tabla 15. Cálculo de COK del proyectado de mejora | 37 |
| Tabla 15. Flujo de caja..... | 38 |
| Tabla 17. Indicadores económicos | 39 |
| Tabla 18. Resumen de los indicadores del flujo de caja | 41 |

Índice de figuras

| | | |
|-----------------|--|----|
| Figura 1 | Estimación de la irradiación medio promedio | 22 |
| Figura 2 | Estimación del consumo diario por equipos | 23 |
| Figura 3 | Cálculo del VAN – Pronóstico del Simulador de Riesgo..... | 40 |
| Figura 4 | Cálculo del TIR – Pronóstico del Simulador de Riesgo | 40 |

Resumen

La presente tesis aborda como problemática disminuir la facturación de energía eléctrica en la municipalidad en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023. Tiene como objetivo realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital. La investigación, de tipo aplicada y no experimental, así como la muestra la conformó los recibos de energía eléctrica de julio del 2022 a julio del 2023 de la municipalidad en estudio. Los resultados, evidencian que se logra reducir el costo de facturación de energía eléctrica al utilizar un 100% mediante un sistema fotovoltaico que se compone de la cantidad de 134 paneles fotovoltaicos de 450 W, 9 controladores MPPT, 10 baterías de 600 Ah, 7 inversores de 5 kW y elementos de protección en el tablero general. Finalmente, se concluye que es rentable económicamente al obtener un costo beneficio de S/ 2.38, mientras que en los indicadores posterior al flujo de caja se obtuvo un VAN de S/309,850.00 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 19.42%. Por lo expuesto, es beneficioso el proyecto para la zona de estudio.

Palabras clave: Energía solar, sistema fotovoltaico y suministro eléctrico.

Abstract

The present thesis addresses the problem of reducing the billing of electrical energy in the municipality in the District Municipality of El Algarrobal, Ilo, 2023. Its objective is to dimension a photovoltaic system to reduce the billing of electrical energy consumed in the District Municipality. The research was applied and non-experimental, and the sample was made up of electricity bills from July 2022 to July 2023 of the municipality under study. The results show that it is possible to reduce the cost of electricity billing by using a 100% photovoltaic system consisting of 134 photovoltaic panels of 450 W, 9 MPPT controllers, 10 batteries of 600 Ah, 7 inverters of 5 kW and protection elements in the general panel. Finally, it is concluded that it is economically profitable by obtaining a cost benefit of S/ 2.38, while in the post-cash flow indicators an NPV of S/309,850.00 and an Internal Rate of Return (IRR) of 19.42% was obtained. Therefore, the project is beneficial for the study area.

Keywords: Solar energy, photovoltaic system and electricity supply.

I. INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, el aumento del precio del petróleo, el cambio climático y la demanda de energía eléctrica compromete a que en diferentes países se busque una generación de energía eléctrica mediante fuentes renovables, pues presenta costos más competitivos y son limpias para el medio ambiente (Vega, Piedra y Richmond, 2019). Al respecto, Bolaños y Gómez (2021) aclararon que, los sistemas fotovoltaicos solares son soluciones más acertadas para sustituir la energía tradicional, sin embargo, para su implementación se requiere un dimensionamiento. Por lo que, Toreti, Arns y Rambo (2021) manifestaron que, el subdimensionamiento o sobredimensionamiento afecta negativamente en el retorno de la inversión y la eficiencia energética.

Por lo mencionado, la adopción de energías renovables en las organizaciones favorece en un menor pago en la facturación de energía eléctrica que es clave dentro de los gastos operativos, pues se traduce en ahorros significativos, lo que contribuye en una mayor rentabilidad y viabilidad financiera (Bloch et al. 2019). No obstante, la autogeneración no solo conlleva a poseer beneficios económicos, sino también una mejora en la imagen corporativa y la reducción de huella de carbono, pues se logra una diferenciación con los competidores al fomentarse la sostenibilidad, por lo tanto, el uso de la energía renovable reduce de modo efectivo la facturación de energía eléctrica, fortalece la posición en el mercado y mejora la sostenibilidad (Leskinen, Vimpari y Junnila, 2020).

Al respecto, en un contexto actual, las empresas que vienen implementando sistemas fotovoltaicos se enfrentan a desafíos significativos como la ausencia de un enfoque claro de cómo realizar un dimensionamiento, pues en los distintos trabajos académicos se aborda aspectos específicos que no consideran al usuario final o configuraciones, lo que demuestra que se debe seguir investigando en este campo (Mazzeo et al. 2021). Por lo tanto, existe la necesidad de presentar una metodología sólida que proporcione capacitación especializada y garantice maximizar los beneficios ambientales y económicos (Uriol 2020).

Por lo expuesto, la presente investigación se contextualiza bajo la necesidad de dimensionar un sistema fotovoltaico, considerando como caso de estudio a la Municipalidad Distrital El Algarrobal en la ciudad de Ilo, pues es importante un

dimensionamiento que abarque los patrones de demanda, horas de mayor consumo, costo de la demanda de energía, limitación para instalación y la capacidad de generación, por lo tanto, se planea como oportunidad para la municipalidad en estudio considerando la parte técnica, económica, ambiental y espacio físico requerido.

Con lo expuesto anteriormente, se formula el siguiente problema general: ¿Cómo realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023? Así mismo, los problemas específicos son i) ¿Cuál es la potencia y energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023?; ii) ¿Cuál es la radiación solar en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; iii) ¿De qué manera se dimensiona un sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023?; y iv) ¿Es viable la inversión económica de un sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023?

En cuanto a la justificación por conveniencia, debió a que permite aprovechar la radiación solar para generar energía eléctrica mediante paneles fotovoltaicos, lo que influye en un menor pago en la facturación de energía eléctrica, así también se reducirá la contaminación y se mejora la imagen de la municipalidad en estudio. Relevancia social, pues un sistema fotovoltaico permite mejorar la satisfacción de los trabajadores de la Municipalidad Distrital El Algarrobal al contribuir en la reducción de las emisiones de CO₂. Implicancias prácticas, debido a que favoreció a los representantes de la Municipalidad Distrital El Algarrobal en disminuir el pago por la facturación de energía eléctrica consumida, además de brindar una mejor imagen institucional y contribuir en la reducción de emisiones de CO₂, por lo tanto, se propone una alternativa que busque una mejora en su situación financiera. Valor teórico, pues se extiende o incrementa el conocimiento existente en la generación de proyectos de energía renovable que es un tópico que se aborda en la actualidad para combatir la contaminación ambiental. Utilidad metodológica, la investigación cuenta con dos instrumentos que se emplearon para la recolección de datos, así como se consideró un procedimiento documentado que permitirá replicar el trabajo en otras empresas con similares características.

Por consiguiente, el objetivo general fue: Dimensionar un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023. Así mismo, los objetivos específicos son: i) Determinar la potencia y energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; ii) Determinar la radiación solar en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; iii) Dimensionar el sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; y iv) Determinar el costo de inversión del sistema fotovoltaico en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023.

Por consiguiente, la hipótesis general fue: El dimensionamiento de sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023. En ese sentido, las hipótesis específicas son: i) El análisis realizado permite identificar la potencia y energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; ii) La radiación solar es favorable para el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; iii) El dimensionamiento del sistema fotovoltaico permite disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023; iv) Es viable económicamente un sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023.

II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes internacionales, Ramos (2023) en su artículo tuvo como finalidad evaluar la factibilidad económica de un sistema fotovoltaico en una vivienda mediante los indicadores de Costo Capitalizado, Periodo de Recuperación, TIR y VAN (Tasa Interno de Retorno y Valor Actual Neto) a fin de determinar la recuperación de la inversión. La metodología de diseño experimental, nivel explicativo y la población se conformó por el consumo eléctrico de una vivienda que es 395.3 kWh. Como resultado, se identificó que se requiere una inversión inicial de \$8,825.67 y los cálculos arrojaron que para que el proyecto sea rentable debe obtenerse un VAN igual a cero, considerando que el único beneficio sea el cuidado del medio ambiente. La conclusión fue que, el proyecto económicamente es factible a un VAN de S/. 0, pero conviene desde el punto de vista ambiental.

Chávez et al. (2023) en su artículo tuvo como objetivo reducir el consumo energético de una planta incubadora utilizando un sistema solar fotovoltaico que genere 29.068 MWh/año. La metodología fue de diseño no experimental y alcance descriptivo, mientras que la población fue el consumo energético de un criadero. Como resultado, se identificó que es necesario 18 módulos conectados en serie y un inversor de 22 kWac, así como a un periodo de 25 años se obtuvo un VAN de \$741,728.91 y un TIR del 172%. Como conclusión, se demuestra que es viable el uso de un sistema fotovoltaico al ser viable técnica y económicamente.

Kurz y Nowak (2023) en su artículo tuvo como objetivo evaluar tres mecanismos de facturación de electricidad mediante indicadores económicos a fin de identificar el beneficio económico en el autoconsumo y almacenamiento de energía eléctrica. La metodología fue de diseño no experimental y de corte transversal, así también utilizó como instrumento la guía de observación para el recojo de información. Los resultados fueron que, el tiempo de recuperación al poseer un autoconsumo se logra recuperar la inversión en 11 años; así también, el autoconsumo a un 50% se duplicó sin energía de almacenamiento a comparación de sí renovar el equipamiento a los 21 años. En conclusión, a un mayor nivel de autoconsumo eléctrico en Polonia se obtendrá mayor impacto positivo en los indicadores económicos finales.

El-Houari et al. (2019) en su trabajo planteó diseñar, simular y optimizar un sistema fotovoltaico autónomo (SAPV) para proporcionar electricidad no contaminante basada en una fuente renovable para una casa rural. La investigación presenta una metodología con un diseño no experimental, del tipo aplicada y de nivel descriptivo, obteniendo como resultados que el sistema propuesto es capaz de satisfacer 3,8 kWh/d de carga eléctrica diaria de la casa de estudio durante casi todo el año en base a 1080 Wp de capacidad total de módulos fotovoltaicos y 670 Ah de almacenamiento en batería y con una fracción solar media de alrededor del 79,1%, un análisis económico que arroja un análisis del costo del ciclo de vida del sistema de 10 195,56 USD. Además, el costo inicial de electricidad es de 4.858,68 USD y el costo unitario de electricidad es de 0,57 USD/kWh. Como conclusión, el sistema SAPV propuesto pudo satisfacer una parte considerable de la carga de la vivienda, además, el uso de un sistema fotovoltaico puede mitigar la contaminación ambiental y brindar medidas correctivas.

Urgilés (2019) en su artículo tuvo como finalidad analizar, simular e implementar un sistema fotovoltaico que aproveche la radiación solar para transformar energía eléctrica. La metodología sigue un diseño experimental con una investigación del tipo aplicada. Obtuvo una potencia del generador de 189.93 W, dos módulos solares en serie de 175W, cuatro baterías 20 Ah, con una corriente de máxima potencia de 8.85 A, corriente de cortocircuito de 9.25 A, voltaje a máxima potencia y a circuito abierto de 47.58 V y 23.79 V respectivamente, corriente de entrada y salida del regulador de 31.58 A y 54.82 A respectivamente. Concluyó que, el sistema fotovoltaico se encuentra basado en la demanda eléctrica que tiene la capilla, lo que permite garantizar la eficiencia energética.

Bartolini et al. (2020) propone el dimensionamiento del panel fotovoltaico, la batería y el convertidor para generar energía eléctrica. La investigación fue de diseño no experimental, del tipo aplicada. Como resultados obtuvo un sistema fotovoltaico autónomo con una capacidad de batería de 3500 mAh, un panel monocristalino MSP1M210X210-18-6W-GLASS y consta de 36 celdas en serie con un voltaje de circuito abierto de $V_{OC} = 21V$ y corriente de cortocircuito $I_{SC} = 0.3 A$, con un voltaje de entrada en el convertidor que va en rango de 14 a 21 V y un voltaje de salida de

5.6 a 8.4 V. Finalmente concluyó que la solución propuesta muestra un excelente potencial.

Así también, Espinoza, Zanoni y Rojas (2021) plantearon el diseño de un sistema fotovoltaico que permita la autogeneración del caserío Tallapampa. La metodología de enfoque cuantitativo, diseño experimental y nivel descriptivo, así también la población estuvo conformada por la demanda eléctrica de 127.94 kWh/día. Como resultado, se identificó que se requiere 6 inversores de 4500W-220 Vca-60Hz-1Ø, 14 reguladores de carga de 70A-48 Vcc, 72 bancos de batería de 929Ah-6Vcc y 168 paneles fotovoltaicos de 320Wp-24Vcc. Como conclusión, la autogeneración resulta viable al obtener un VAN de S/ 8,933.32 y un TIR de 17.1%, así como una inversión de S/.1180,177.45.

A nivel nacional, Vasquez (2020) propuso reducir los costos de consumo de energía eléctrica utilizando un sistema fotovoltaico, para lo cual identificó el consumo de los pabellones “B” y “C”, dimensionar los componentes y realizó una evaluación económica a fin de determinar la viabilidad. El diseño fue no experimental y nivel descriptivo, así como para la recolección de información se utilizó guías de observación. Los resultados fueron que, se requiere 80 módulos fotovoltaicos, 4 bastidores metálicos de fierro galvanizado de 20 casilleros, 2 inversores, entre otros materiales para el pabellón B, mientras que para el pabellón C es necesario 1600 módulos fotovoltaicos, 2 inversores, entre otros; así también, se identificó que los componentes mencionados de los sistemas fotovoltaicos cubren 4,427.30 kWh/mes para el pabellón C y para el pabellón B de 3,725.86 kWh/mes. Como conclusión, se obtuvo una producción total de energía de 146,811 kWh/año, equivalente a un ahorro económico anual de S/27,261.24. Dividiendo este resultado por el número de meses, éste se reducirá en el momento de la emisión del recibo de luz.

Cerrón (2019) en su trabajo realizó un sistema fotovoltaico que permitió satisfacer una demanda de 52.584 Wh. La metodología de diseño no experimental y de nivel descriptivo, asimismo, la población se constituyó por 17 personas quienes respondieron una encuesta. Los resultados fueron que, es necesario 24 baterías de 2400 Ah en serie, 45 paneles solares y 3 inversores de 5000 VA. Como conclusión, el sistema fotovoltaico satisface la demanda eléctrica de 52.58 kWh

para que se produzca 6800 litros/hora-diaria de agua potable, así también se destaca la importancia de los sistemas fotovoltaicos en la sostenibilidad de proyectos, como la dotación de agua potable para la población de La Gramita.

Felipe (2020) llevó a cabo una investigación con el objetivo de diseñar un sistema fotovoltaico capaz de generar la cantidad suficiente de energía eléctrica para cubrir las necesidades de consumo del centro de salud Huaquira. La metodología utilizada fue de carácter no experimental y descriptiva, empleando el software Atlas solar Solargis y la plataforma PVWatts para calcular la orientación óptima que maximiza la producción energética. Los resultados obtenidos indicaron la necesidad de utilizar 3 inversores, 60 paneles fotovoltaicos y un medidor inteligente Smart meter. Además, se determinó que el proyecto podría ser ejecutado en un plazo de 45 días y requeriría una inversión total de S/. 296,640.90. En conclusión, el diseño del sistema fotovoltaico logra satisfacer la demanda eléctrica del centro de salud y demuestra ser viable económicamente.

Flores (2018) en su tesis tuvo como principal propósito una propuesta de diseño de un sistema fotovoltaico para el suministro de energía eléctrica a la localidad de Parque Bajo-Sector La Tuna. El diseño de investigación es no experimental, el tipo de investigación es aplicada, y de nivel descriptiva. Obtuvo que la central solar estará conformada por 34 paneles de 320 Wp, 6 reguladores de carga MPPT 150/70 A, 56 baterías de 260 Ah/12v y 1 inversor de 6000 W, con lo que se genera una potencia instalada de 9,79 kWp. Finalmente concluyó que el sistema fotovoltaico logró cubrir la máxima demanda requerida.

Mejía (2019) llevó a cabo una investigación con el objetivo principal de diseñar un sistema fotovoltaico autónomo para el laboratorio de una universidad. El enfoque utilizado fue no experimental, de carácter aplicado y de nivel descriptivo. Como resultado, se determinó que el diseño requeriría 28 paneles fotovoltaicos de 135 Wp, conectados en un arreglo de 7 paneles en paralelo y 4 en serie. Además, se identificó la necesidad de utilizar un regulador de carga de 85 A, 4850 W y 48 V CD, así como 24 baterías de 85 Ah y 12V CD, conectadas en un arreglo de 6 baterías en paralelo y 4 en serie, con una autonomía de dos días. Como conclusión, se destaca que los sistemas fotovoltaicos tienen la capacidad de garantizar un

suministro eléctrico de calidad, reducir el impacto ambiental y asegurar la calidad del suministro en el campus universitario.

En las bases teóricas que sustentan la investigación, la variable sistema fotovoltaico, se define como aquel sistema basado en la energía solar que convierte la energía recibida en la Tierra por el sol en electricidad, mediante el efecto fotovoltaico (Hernández, Gallardo y Alonso, 2019). Para garantizar un rendimiento óptimo de un sistema fotovoltaico, se realizan predicciones basadas en datos meteorológicos derivados o disponibles de un sitio específico, estos datos son utilizados para el dimensionamiento y la selección de los componentes adecuados (Sart, 2019).

La generación de electricidad mediante un sistema fotovoltaico depende, en cierta medida, del nivel de radiación, la acumulación de polvo en los paneles fotovoltaicos y el entorno circundante, así como de las coordenadas y movimientos. Estas coordenadas pueden determinarse utilizando referencias geográficas, longitud y latitud (Tarigan, 2019). Las coordenadas solares, por otro lado, se utilizan para ubicar el sol en el cielo y se representan en unidades de grados sexagesimales. Este concepto se basa en una esfera celeste imaginaria con un radio arbitrario, ubicada en la zona central del observador, donde se proyecta la posición del sol. Cada punto en esta esfera celeste es un punto de referencia visto desde la Tierra (Farfán y Campos, 2019).

Por otro lado, la orientación del generador fotovoltaico, se estima cuando ya se tenga la ubicación en base a las coordenadas en las que se pueda ubicar el sol en el cielo, se tiene que posicionar el generador de tal forma en la que reciba la mayor radiación solar, para que debido a esta pueda acumular energía solar, siendo esto dependiente de la orientación de la superficie del grupo electrógeno fotovoltaico, el tiempo que se utiliza a lo largo de todo el año: anual, de temporada, la aplicación que vas a disponer: independiente, conectada a la red, entre otros (Matius et al., 2021).

La orientación del generador solar se logra mediante el uso de coordenadas angulares que determinan la posición del sol. Esto incluye el ángulo de azimut (α), que se define como el ángulo formado en dirección perpendicular al generador y su proyección en el plano horizontal desde el sur. La radiación solar en la superficie

terrestre presenta fluctuaciones temporales. Algunas variaciones son aleatorias, como la presencia de niebla, mientras que otras son predecibles, como los cambios estacionales y los ciclos diurnos y nocturnos causados por el movimiento de la Tierra. Estos factores influyen en la radiación solar que llega al generador y se dividen en tres tipos: radiación directa, que consiste en los rayos recibidos directamente del sol; radiación difusa, que proviene de toda la esfera celeste, excluyendo el disco solar, y está compuesta por rayos de luz dispersados desde la atmósfera hacia el receptor; y radiación reflejada o de albedo, que se refleja desde el suelo hacia el receptor (Orozco y Ordóñez, 2020).

Referente a la termografía, esta técnica facilita la captación de la radiación infrarroja del espectro electromagnético mediante el uso de cámaras térmicas. Estas cámaras permiten transformar la energía irradiada por un objetivo, generalmente invisible al ojo humano, en una imagen visible generada a partir de la temperatura superficial del objeto captado. Al aplicar un análisis termográfico para identificar puntos críticos, es importante medir con precisión la energía infrarroja emitida y convertir esta información en imágenes térmicas (Loor, Quiroz y Llosas, 2021).

Por otro lado, el conexionado de módulos fotovoltaicos, se entiende como el voltaje y la corriente que está contenida en las celdas fotovoltaicas no usualmente se corresponden acorde a los requisitos de la corriente y el voltaje en el proceso. Tomando en cuenta que al conectar las celdas en serie la corriente aumenta y al conectar las celdas en paralelo el voltaje aumenta, debido a esto se debe agrupar distintas celdas con el fin de llegar a un valor de acuerdo a lo que se quiere llevar. Todas las celdas del proceso reciben el nombre colectivo de generador fotovoltaico. Por lo tanto, deben cumplirse condiciones de igualdad a la hora de agrupar módulos fotovoltaicos. Esta equivalencia significa que tienen las mismas características y los demás son del mismo fabricante (Rúa et al., 2021).

A continuación, se presenta las dimensiones del dimensionamiento del sistema fotovoltaico son las siguientes:

En la dimensión 1, se define a la radiación solar, como la cantidad de energía solar que puede utilizarse para generar electricidad que viene determinada por la radiación solar, que es una consideración importante a la hora de dimensionar un sistema fotovoltaico. La energía radiante del sol que llega a la superficie del planeta

se denomina radiación solar. La radiación solar incidente en el lugar exacto donde se va a instalar el sistema se mide o se estima a la hora de dimensionar los sistemas fotovoltaicos. En general, la cantidad de radiación solar se mide en términos de irradiancia o flujo de energía solar por unidad de superficie y se expresa en medidas como kilovatios-hora por metro cuadrado y día (kWh/m²/día) o kilocalorías por metro cuadrado y día (kcal/m²/día) (Orozco y Ordóñez, 2020). Se utiliza la siguiente fórmula para el cálculo del indicador radiación solar incidente en la superficie:

$$E = A * H$$

Leyenda:

E: Costo medio ponderado de la energía

A: Área de la superficie expuesta al sol

H: Radiación solar global o irradiación solar global horizontal

En la dimensión 2, que es el elemento necesario para generación, se define como aquellos elementos que son necesarios para generar la energía eléctrica necesaria que permita satisfacer la demanda por la empresa o lugar de estudio (Vega, Piedra y Richmond, 2019).

El indicador número de paneles fotovoltaicos, es definida como la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para garantizar la producción de energía diaria requerida durante el diseño, la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula (Vega, Piedra y Richmond, 2019):

$$NP_{total} = \frac{E_{diaria} * 1,3}{HPS * W_p}$$

Leyenda:

NP_{total}: Número total de paneles solares

E_{diaria}: Consumo de energía diaria Wh-día

HPS: Hora solar pico del mes con menor radiación

W_p: Potencia en watts del panel solar

El indicador número de inversores, resulta ser clave para cumplir con los requerimientos y lograr la configuración del sistema fotovoltaico, debido a que permite la conversión de energía continua a corriente alterna para que sea utilizada

por el usuario del sistema fotovoltaico, la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula (Vega, Piedra y Richmond, 2019):

$$N_{inv} = \frac{Cap_{inv}}{P_{inv}}$$

Leyenda:

N_{inv} : Número de inversores

Cap_{inv} : Capacidad nominal del controlador en Amp.

P_{inv} : Potencia del inversor

El indicador número de baterías, se dividen en dos grupos que son las baterías de arranque y baterías estacionarias, por lo que en el presente estudio se considera las baterías estacionarias al permitir acumular mayor energía eléctrica durante el intervalo de radiación solar, la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula (Vega, Piedra y Richmond, 2019):

$$NB_T = NB_S \times NB_P$$

Leyenda:

NB_T : Número de baterías

NB_S : Número de baterías en serie

NB_P : Número de baterías en paralelo

En la variable facturación de energía eléctrica consumida, se define como el proceso de calcular el precio que hay que pagar por el uso de la energía durante un determinado periodo de tiempo se conoce como facturación de la electricidad que depende del país y del proveedor de energía (Arróliga y Betanco, 2022). El proceso de facturación puede variar, pero en general se siguen las siguientes etapas: Medición del consumo, para llevar la cuenta de cuánta energía se consume, el proveedor instala un contador eléctrico en casa del cliente. Para indicarlo, se utilizan kilovatios-hora (kWh); lectura del contador, un lector de la compañía eléctrica o un sistema automatizado realiza periódicamente una lectura del contador para determinar cuánta energía se ha consumido en ese momento; tarifas eléctricas, cada proveedor de electricidad tiene una estructura de precios establecida que puede incorporar diversos factores, como la energía utilizada, la potencia contractual, los impuestos y las tarifas fijas, entre otros; emisión de la factura, tras calcular el importe total adeudado, la empresa emite una factura que

incluye información sobre la cantidad de energía utilizada, las tarifas aplicadas y el importe total adeudado; y pago de la factura, el consumidor dispone de un plazo determinado para abonar el importe facturado.

Los precios asociados a las actividades de distribución son fijados por OSINERGMIN. Determinado cada cuatro años con base en demostraciones de alta eficiencia, las empresas son pagadas a través de VAD (Valor Agregado Adicional); mientras que el precio comercializado es una tarifa fija que abarca cada proceso tanto de lectura como de facturación del medidor (procesamiento, emisión, distribución y recepción de recibos, entre otros). Así también, se presenta a la generación distribuida, que se entiende como aquella fuente conectada próximamente a los puntos de consumo por esta razón, están integradas a la misma red de media o baja tensión en la que están los usuarios.

A continuación, se presenta las dimensiones de facturación de energía eléctrica son las siguientes:

En la dimensión 1, que es el costo de energía eléctrica, se refiere a la energía eléctrica necesaria que satisface las necesidades de una población en específica, por lo que es necesario evaluar la cantidad necesaria para las cargas eléctricas (Ministerio de Economía y Finanzas, 2011).

$$Potencia\ requerida = \frac{CM}{N}$$

Leyenda:

Pr: Potencia requerida

CM: Consumo mensual (kWh)

N: N° de días

En la dimensión 2, que es el volumen de energía renovable facturada, se refiere a la cantidad total de energía genera empleando fuentes de energía renovables que se ha registrado y la factura a los consumidores, por lo que el volumen varía con relación a la eficiencia del sistema de generación, disponibilidad de recursos naturales y la capacidad instalada, la cual se obtiene mediante la siguiente fórmula (Halkos y Gkampoura, 2020).

$$CERF = ETF * \%EF$$

Leyenda:

CERF: Volumen energía renovable facturada

ETF: Energía total facturada

%EF: Porcentaje de energía renovable

En la dimensión 3, que es el costo beneficio de autogeneración de energía eléctrica se refiere a la evaluación de los costos y beneficios asociados con la producción de energía eléctrica de manera independiente, en comparación con la compra de electricidad a una empresa concesionaria eléctrica (Ramos, 2023).

$$C/B = (ITN)/CT$$

Leyenda:

C/B: Costo-beneficio

ITN: Ingresos totales neto

CT: Costos totales

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo fue aplicada. Según Ñaupas et al. (2018) al realizar la descripción de un problema que afecta a una empresa, comunidad o país mediante el uso de teorías o conocimiento existente. Bajo lo expuesto, en el estudio se emplea el conocimiento para realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico que permite una reducción en el costo de la facturación de energía eléctrica en una institución que es en la Municipalidad Distrital El Algarrobal.

Referente a la naturaleza de los datos, tuvo un enfoque cuantitativo, pues se caracterizó por la medición de las variables a través de sus indicadores mediante mediciones que establezcan niveles de mejora (Hernández y Mendoza, 2018). Al respecto, se realizó la medición de los indicadores en forma numérica para corroborar el nivel de mejora.

3.1.2. Diseño de la investigación

El diseño fue no experimental-descriptivo, el cual se entiende como no experimental como la ausencia o presencia de una variable independiente que no modifica o altera para establecer un efecto en una variable dependiente, es decir, no se realiza la modificación de su situación actual (Bolaños y Gómez, 2021). Según lo expuesto, en el presente estudio se realiza el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, pero no se logra generar un cambio real en el pago de la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal.

Es de nivel descriptiva, el cual se define como un estudio que describe el contexto actual de una variable dependiente sin realizar ningún cambio, por lo que su fin es estudiar un problema para que sirva como base para una mejora (Hernández y Mendoza, 2018). Por consiguiente, el análisis de la energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal favorecerá en establecer una situación de mejora fue validado mediante simuladores y la contrastación de hipótesis.

3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico/Cuantitativo

En la definición conceptual, es aquel sistema con base a energía solar que convierte la energía recibida en la tierra por el sol para utilizarla como electricidad, siendo un proceso que se ocasiona mediante el efecto fotovoltaico (Gavilanez et al., 2020).

Variable dependiente: Facturación de energía eléctrica/Cuantitativo

En la definición conceptual, se entiende como el proceso de calcular el precio que hay que pagar por el uso de la energía durante un determinado periodo de tiempo se conoce como facturación de la electricidad. Dependiendo del país y del proveedor de energía (Arróliga y Betanco, 2022).

En el anexo N° 1 se detalla la tabla de operacionalización de la variable independiente y dependiente de la presente investigación.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Es el conjunto de procesos, información, personas, entidades, objetos, entre otros que mantiene rasgos característicos que permiten su asociación en una unidad de análisis, siendo las poblaciones finitas o infinitas según sea el caso (Hernández y Hernández, 2018). Ante ello, la población de la presente investigación fue finita y compuesto por los recibos de energía eléctrica de 12 meses del 2022 hasta 2023 de la Municipalidad Distrital El Algarrobal, la cual es un dato importante para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico. Por consiguiente, para identificar a la muestra se realizó los criterios de selección:

- **Criterios de inclusión:**

El total de consumidores de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital El Algarrobal.

El consumo de energía eléctrica de los últimos doce meses.

- **Criterios de exclusión:**

Los recibos de meses anteriores a 2022, los cuales no corresponden al alcance de la investigación.

El consumo de energía eléctrica que no se incluye dentro de la facturación de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital El Algarrobal.

Por consiguiente, los criterios de selección permitieron identificar a la muestra del estudio, ya que establecen condiciones a cumplir y aspectos que se deben descartar para identificar a la muestra en estudio.

3.3.2. Muestra

La muestra se define como la porción o parte representativa de la población que presentó rasgos característicos que lo asocian como unidad de análisis, sin embargo, se sugiere utilizar una muestra debido a las limitaciones que se pueda presentar para el recojo de la información (Ñaupas et al. 2018). Ante ello, se ha considerado como la muestra de la presente investigación a los recibos de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital El Algarrobal que comprende de enero a diciembre del 2023, es decir, se consideró doce meses como alcance del estudio que es toda la población. Por otro lado, para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se evidencia un consumo promedio en los últimos meses que demuestra una mínima variación, por lo que se procedió a realizar un cuadro que describe a los distintos equipos que consume y se identificó 161.75 kWh de energía consumida de manera mensual que fue considerada como muestra.

3.3.3. Muestreo

El muestreo es no probabilístico, a juicio del investigador, debido a que no se emplea una fórmula para obtener la muestra, sino es por conveniencia de los investigadores.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis, según Hernández y Mendoza (2018), se refiere a la unidad representativa que sigue manteniendo los rasgos que la asocian como población. En ese sentido, para la investigación se considera a un recibo de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital El Algarrobal como unidad de análisis.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas

Para la recolección de los datos se utilizan técnicas a fin de garantizar la integridad de los datos, asimismo, mediante instrumentos se registra la información obtenida para medir los indicadores de las variables. Por lo tanto, según Gómez (2021) las técnicas garantizan que se siga un procedimiento sistematizado que logre la medición de las variables garantizando la científicidad. La técnica a utilizar fue la observación y el análisis documental:

Observación: En el contexto de la investigación, se emplea la observación como método, el cual se fundamenta en la utilización de los sentidos con el propósito de recopilar datos premeditados. En este sentido, según lo señalado por Arias y Covinos (2021), el investigador se involucra de manera directa con el fenómeno o asunto de estudio. A lo largo del proceso de medición asociado a este método, se lleva a cabo la recopilación de información relevante a las actividades y procedimientos mediante la práctica de la observación.

Análisis documental: Esta técnica establece pasos para la relación de datos a través de registros, fuentes, reportes, entre otros mediante esta técnica se procede a recopilar información para la medición de los indicadores de la variable dependiente (Arias y Covinos, 2021). Siendo el costo económico necesario para la generación de energía eléctrica, volumen de energía que se ha facturado y una lista para identificar la viabilidad de la autogeneración las fichas que se utilizaron para la medición de los indicadores.

Instrumentos

Como instrumentos se utilizaron la ficha de registro y guía de análisis documental que permite el registro de manera ordenada y sistematizada.

Así también, es utilizado el análisis documental que es un instrumento en el que se registra información que ha acontecido (en retrospectiva) a fin de analizar un contexto o situación en específica.

Así también, la ficha de registro es un instrumento empleado para sintetizar y registrar la información relevante mediante el análisis de bases de datos (Ñaupas et al., 2018). En la tabla 1 se detalla las técnicas, instrumentos, indicadores y objetivos utilizados en la investigación:

Tabla 1.

Técnicas e instrumentos de la investigación

| Técnica | Instrumento | Indicador | Objetivo |
|---------------------|-----------------------------|--|--|
| Análisis documental | Guía de análisis documental | Radiación solar incidente en la superficie | Medir la radiación solar |
| Observación | Ficha de registro | Número de paneles fotovoltaicos | Identificar la cantidad de paneles fotovoltaicos |
| Observación | Ficha de registro | Número de inversores | Identificar la cantidad de paneles fotovoltaicos |
| Observación | Ficha de registro | Número de Baterías | Identificar la cantidad de paneles fotovoltaicos |
| Análisis documental | Guía de análisis documental | Costo medio ponderado de la energía | Medir el costo medio ponderado de energía |
| Análisis documental | Guía de análisis documental | Cantidad de energía renovable facturada | Medir la energía renovable facturada |
| Análisis documental | Guía de análisis documental | Costo-Beneficio | Identificar el costo beneficio del proyecto |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 1 se muestra la técnica e instrumento a utilizar, así como el cumplimiento de los objetivos que persigue, lo cual se alinea a las dimensiones de las variables expuestas en la matriz de operacionalización. Asimismo, es necesario precisar que los instrumentos se encuentran en el anexo 2 a fin de realizar la medición de las variables en estudio.

Validez

Es el sometimiento de un instrumento de recolección de información con grados académicos y conocimientos especializados en un área específica se manifiesta en la habilidad para desarrollar un instrumento de recolección de datos. En este contexto, se reconoce que dicha competencia implica la capacidad del grupo de expertos para evaluar o medir una variable de manera precisa, como señala Galicia (2017). En correspondencia con este principio, el instrumento diseñado fue sometido a un riguroso proceso de validación, el cual contempló la consideración

del criterio de expertos mediante la aplicación del coeficiente V de Aiken. Los resultados de esta evaluación, derivados de la revisión llevada a cabo por tres especialistas, se detallan de manera exhaustiva en la Tabla 2.

Tabla 2.

Validez de instrumentos

| Variable | Nº | Especialidad | Promedio de validez | Opinión del experto |
|---|----|--------------|---------------------|---------------------|
| Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico | 1 | Metodólogo | 3 | Aplicable |
| | 2 | Especialista | 3 | Aplicable |
| | 3 | Especialista | 3 | Aplicable |
| Facturación de energía eléctrica | 1 | Metodólogo | 3 | Aplicable |
| | 2 | Especialista | 3 | Aplicable |
| | 3 | Especialista | 3 | Aplicable |

Fuente. Elaboración propia

En la variable dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, el promedio fue de 3, esto demuestra que los jueces concordaron en su aplicabilidad. Así también, en la variable facturación de energía eléctrica se obtuvo de igual manera un promedio de 3, lo que indica que tiene una validez en promedio de buena, por lo tanto, reúne las condiciones metodológicas para su aplicación.

Confiabilidad

Según la definición proporcionada por Caballero (2014), la confiabilidad de un instrumento se refiere a la coherencia y precisión de sus mediciones. En este sentido, las evaluaciones y los resultados obtenidos son objeto de un minucioso examen con el fin de determinar su confiabilidad y validez en distintos contextos temporales. Dada la naturaleza inherente a la variable en cuestión, se llevó a cabo una prueba de confiabilidad del instrumento mediante la Prueba de Reposo, comparando los datos recabados en 2019 y 2022. Los resultados obtenidos revelaron niveles de confiabilidad consistentes, alcanzando valores iguales o superiores a 0,80, los cuales se detallan de manera exhaustiva en la Tabla 3.

Tabla 3.*Confiabilidad de radiación solar incidente en la superficie*

| | | Correlaciones | |
|------------|------------------------|----------------------|------------|
| | | Datos 2018 | Datos 2022 |
| Datos 2018 | Correlación de Pearson | 1 | ,986** |
| | Sig. (bilateral) | | ,000 |
| | N | 365 | 365 |
| Datos 2022 | Correlación de Pearson | ,986** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | |
| | N | 365 | 365 |

Fuente. La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

Como se muestra en la tabla anterior, utilizando el coeficiente de correlación de Pearson se obtuvo una confiabilidad del 98.6% al comparar los datos del 2018 y 2022, esto demuestra una excelente confiabilidad del instrumento.

3.5. Procedimientos

El presente estudio inicia con la autorización debidamente firmada por el alcalde de la Municipalidad Distrital El Algarrobal quien brindó el permiso necesario para su ejecución (ver Anexo 6), siendo en primera instancia la identificación del problema a resolver y la justificación de su realización, asimismo, se utilizó como técnica el análisis documental para la recopilación de información.

Para la obtención de la energía diaria a generar utilizado el sistema fotovoltaico se identificó el consumo eléctrico que posee la Municipalidad Distrital El Algarrobal a través del análisis del historial de facturación y consumos, lo cual permitió identificar el consumo fuera de hora punta y la máxima demanda, así como el análisis de los costos. Posteriormente, se caracteriza la radiación solar del lugar mediante Google Maps para identificar las coordenadas e insertarlas en la plataforma Nasa Prediction Of Worldwide Energy Resources.

En el dimensionamiento resultó importante determinar las coordenadas de su ubicación a fin de identificar la radiación solar promedio, por lo tanto, para la obtención de la energía diaria a generar utilizando el sistema fotovoltaico se identificó el consumo eléctrico que posee la Municipalidad Distrital El Algarrobal a través del análisis del historial de facturación y consumos, lo cual permitirá identificar el consumo fuera de hora punta y la máxima demanda, así como el análisis de los costos. Posteriormente, se caracteriza la radiación solar del lugar

mediante Google Maps para identificar las coordenadas e insertarlas en la plataforma Power Nasa.

Obtenido los datos iniciales se procede a realizar el dimensionamiento mediante el cálculo tradicional utilizando las fórmulas características para identificar la cantidad de paneles fotovoltaicos, número de inversores y número de baterías necesarias. No obstante, uno de los aportes que presenta la investigación es realizar un cálculo semi automático para cualquier empresa que desea instalar un sistema fotovoltaico, siendo para ello la creación de una hoja de cálculo como etapa inicial para que posteriormente sea empleado como una aplicación web.

Posterior a ello, se pretende dar un mayor aporte en el análisis económico, donde se identificó el Costo Oportunidad de Capital COK que permite obtener resultados más realistas. Asimismo, para demostrar que es un proyecto rentable en el transcurso del tiempo se utiliza el simulador Risk que permite identificar el VAN y TIR en el transcurso de un horizonte de 25 años que dura el proyecto, puesto que se ha evidenciado propuestas que carecen de un sólido sustento académico. A continuación, se describe el procedimiento de solución utilizado.

3.6. Método de análisis de datos

La cuantificación de los resultados de la investigación se erige como un componente fundamental para evaluar el grado de mejora. En consecuencia, se considera imperativo seguir un procedimiento estadístico riguroso. Con el propósito de alcanzar este objetivo, se empleará estadística descriptiva para analizar los datos recopilados a través de los instrumentos. Este enfoque facilitó la generación de tablas y gráficos, proporcionando una visión detallada de tendencias, valores y otras estadísticas pertinentes que resultan esenciales para la interpretación precisa de los resultados obtenidos.

3.7. Aspectos éticos

El presente trabajo presenta distintos documentos que acreditan su veracidad, tales como el informe de similitud del software Turnitin, Declaratoria de Originalidad de los investigadores y la declaración de autenticidad del asesor, asimismo, durante todo el trabajo se respeta la integridad de la información y su autenticidad para la generación de resultados.

IV. RESULTADOS

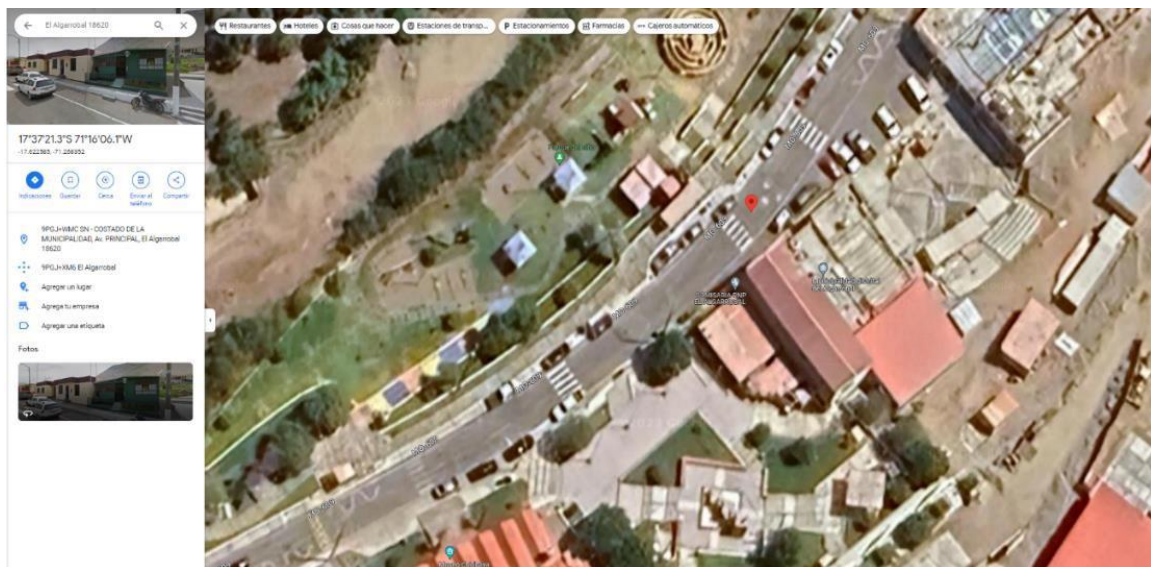
Los resultados de la presente investigación se obtuvieron mediante el análisis de una población de los recibos de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital, específicamente teniendo como muestra a los recibos de energía eléctrica de la Municipalidad Distrital El Algarrobal que comprende desde julio del 2022 a julio del 2023.

4.1. Determinar la potencia y energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal

El presente trabajo se realizó en la Municipalidad Distrital El Algarrobal que tiene como dirección legal la Av. Principal km 15 y es uno de los tres distritos del departamento de Ilo, teniendo una superficie de 747 km². A continuación, en la figura 1 se muestra la ubicación de las coordenadas de 17°37'23"S 71°16'06"O (-17.623046 latitud y -71.268344 Longitud).

Figura 1

Estimación de la irradiación medio promedio



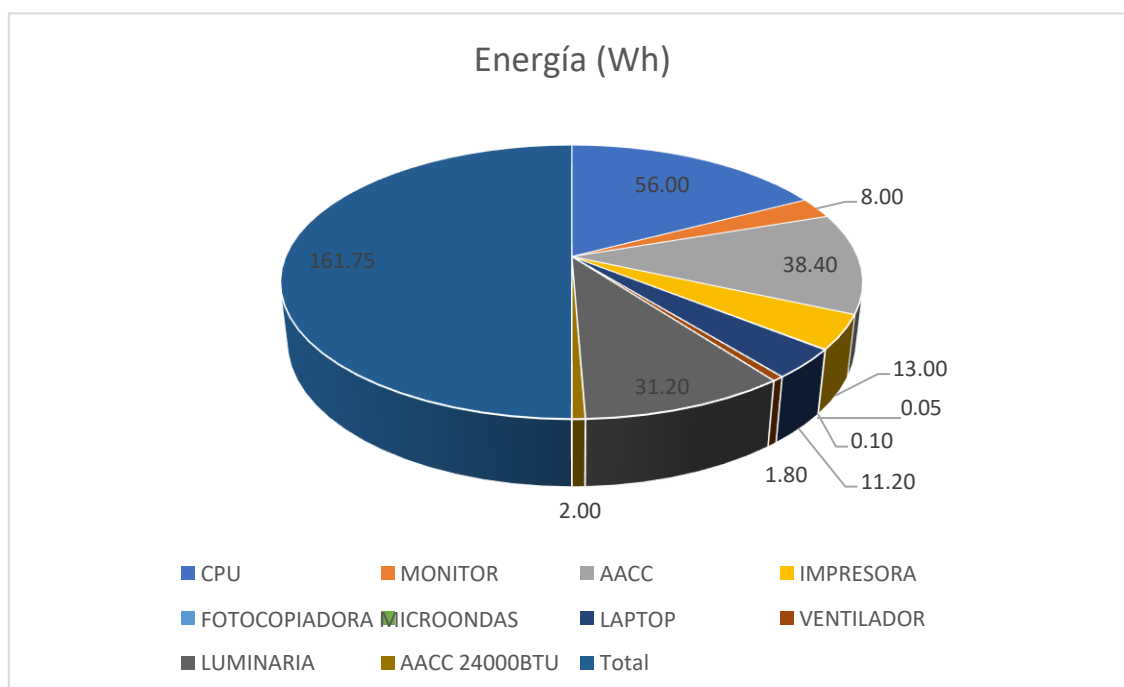
Fuente. Tomado de Google Maps

En la figura 1 se muestra la ubicación de la Municipalidad Distrital El Algarrobal mediante el uso de Google Maps, la cual evidencia que posee suficiente espacio en su techo y en el terreno posterior para la instalación del sistema fotovoltaico.

La municipalidad cumple diversas funciones para atender las necesidades de la comunidad dentro de su jurisdicción local. Para llevar a cabo estas responsabilidades, la entidad requiere una gama de funcionarios, la mayoría de los cuales desempeña sus labores de manera presencial. Este enfoque operativo conlleva un aumento en la demanda de energía eléctrica a medida que más empleados municipales llevan a cabo sus funciones. Con el propósito de evaluar y comprender el consumo de energía, se ha realizado una inspección detallada, como se expone en la figura 2:

Figura 2

Estimación del consumo diario por equipos



Fuente. Elaboración propia

De la figura 2 se identificó que el consumo a satisfacer de manera diaria es de 161.75 kWh al sumar los consumos, esto quiere decir que es el valor para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico para la municipalidad en estudio como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4.

Potencia instalada en la municipalidad el Algarrobal 2023

| Descripción | Cantidad (Und.) | Potencia (KW) | Horas al día (hrs) | Potencia (KW) | Energía (KWh) | Potencia de consumo (kWh) |
|---------------|-----------------|---------------|--------------------|---------------|---------------|---------------------------|
| CPU | 20 | 0.35 | 8 | 7.00 | 56.00 | 1344 |
| Monitor | 20 | 0.05 | 8 | 1.00 | 8.00 | 192 |
| AACC | 4 | 2.4 | 4 | 9.60 | 38.40 | 921.6 |
| Impresora | 13 | 0.5 | 2 | 6.50 | 13.00 | 312 |
| Fotocopiadora | 5 | 0.005 | 2 | 0.03 | 0.05 | 1.2 |
| Microondas | 1 | 0.1 | 1 | 0.10 | 0.10 | 2.4 |
| Laptop | 14 | 0.2 | 4 | 2.80 | 11.20 | 268.8 |
| Ventilador | 3 | 0.075 | 8 | 0.23 | 1.80 | 43.2 |
| Luminaria | 26 | 0.2 | 6 | 5.20 | 31.20 | 748.8 |
| AACC 24000BTU | 1 | 0.4 | 5 | 0.40 | 2.00 | 48 |
| | Total | | | 32.85 | 161.75 | 3882 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 3 se muestra el consumo de la municipalidad tras la recopilación de datos realizada, en donde se observa que la potencia de consumo resulta ser de 3882 kWh que se obtiene al multiplicar la cantidad de un artefacto en específico y su respectivo uso, mientras que el consumo mensual de energía eléctrica fue 3882 Kw que se obtiene al despejar la siguiente formula:

$$E_{consumida} = \sum_{i=1}^N (\text{Horas al día}) * (\text{Potencia kW}) = 161.75kW$$

Por otro lado, al realizar una revisión de análisis documenta en los recibos de la municipalidad especificado en el anexo 7, se observa que el pago es de S/ 3,612.60 en dos meses de consumo y la energía consumida fue de 1396.04 kWh. No obstante, el consumo no justifica la cantidad de equipos que consumen energía activa, por lo tanto, se consideró trabajar con la potencia de consumo obtenida en la tabla 4, ya que con base al valor identificado se busca trabajar con la potencia mínima a fin de cubrir la demanda por 25 años.

El sistema fotovoltaico se dimensionó para un consumo de 161.75 kW de energía diaria a consumir por la municipalidad en estudio. Según Barragán et al. (2019), la instalación de paneles fotovoltaicos (FV) en áreas urbanas implica la consideración de diversos factores, tales como el soporte tecnológico, la irradiancia, la aceptabilidad social y las limitaciones arquitectónicas. Entre estos elementos, las limitaciones arquitectónicas, como la accesibilidad y el espacio disponible en el

tejado, desempeñan un papel fundamental en la dimensión del sistema. En entornos urbanos, resulta crucial evaluar tanto la capacidad de generación de energía como la disponibilidad de espacio. Al respecto, en el presente trabajo se identificó que la Municipalidad Distrital El Algarrobal cuenta con el espacio suficiente no solo en sus aires, sino también cuenta con un área cercana a la sede donde se puede instalar los paneles solares requeridos, en se sentido, no se cuenta con ninguna limitación para la instalación del sistema fotovoltaico en la zona de estudio.

4.2. Determinar la radiación solar en la Municipalidad Distrital El Algarrobal

Mediante el software Nasa Prediction Of Worldwide Energy Resources se identificó la Irradiación solar de 2020 a 2022 como se muestra en la tabla 5:

Tabla 5.

Promedio mensual de radiación solar en 3 años

| Mes | 2020 | 2021 | 2022 | Promedio |
|-----------|------|------|------|----------|
| Enero | 8.35 | 8.47 | 8.35 | 8.39 |
| Febrero | 8.02 | 8.16 | 8.10 | 8.09 |
| Marzo | 7.36 | 7.38 | 7.35 | 7.37 |
| Abril | 6.57 | 6.58 | 6.57 | 6.57 |
| Mayo | 5.70 | 5.65 | 5.72 | 5.69 |
| Junio | 5.22 | 5.30 | 5.20 | 5.24 |
| Julio | 5.57 | 5.46 | 5.40 | 5.48 |
| Agosto | 6.24 | 6.31 | 6.32 | 6.29 |
| Setiembre | 7.24 | 7.20 | 7.41 | 7.28 |
| Octubre | 8.06 | 8.13 | 8.29 | 8.16 |
| Noviembre | 8.60 | 8.48 | 8.53 | 8.53 |
| Diciembre | 8.57 | 8.45 | 8.57 | 8.53 |
| HSP Mejor | 8.60 | 8.48 | 8.57 | 8.55 |
| HSP Menor | 5.22 | 5.30 | 5.20 | 5.24 |

Fuente. Elaboración propia

Por lo tanto, se trabaja con una radiación de 5.24 kWh/m², siendo seleccionado los valores en el mes de junio, esto debido a que se busca satisfacer de manera constante a pesar de la baja radiación. Por consiguiente, se optó aprovechar el 100% de la energía renovable aprovechable, como se muestra a continuación:

$$CERF = \left(\frac{161.75 \text{ kWh}}{161.75 \text{ kWh}} \right) * 100\% = 100\%$$

Por consiguiente, se muestra las variables para el dimensionamiento se especifica en la tabla 6:

Tabla 6.*Valores para el dimensionamiento del sistema fotovoltaico*

| Variable | Valor |
|--|------------------------------|
| Potencia instalada (kW) | 32.85 kW |
| Consumo de potencia promedio diaria (kWh) | 161.75 kWh |
| Irradiación mínima mensual (kWh/m ² /día) | 5.24 kWh/m ² /día |

Fuente. Elaboración propia

Los datos de la tabla anterior, permitieron identificar la cantidad y tipos de componentes requeridos durante el dimensionamiento, siendo en el presente caso importante contar con un proveedor local. Por lo que, en una revisión de las principales distribuidoras se consideró a la empresa Auto Solar Energy que son representantes de distintas marcas que fabrican paneles solares, materiales, inversores y controladores, siendo los componentes tomados de referencia de la empresa mencionada.

4.3. Dimensionar el sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal

Como se identificó, se requiere satisfacer la demanda eléctrica de la Municipalidad distrital El Algarrobal, donde se obtuvo que la potencia de consumo es de 3882 kWh al mes, por lo tanto, considerando 24 días se presenta la potencia consumida diaria:

$$PC_{día} = \frac{P_{c\text{ mensual}}}{24 \text{ días}} = \frac{3882}{24 \text{ días}} = 161.75 \frac{kWh}{día}$$

Por tanto, la $PC_{día}$, es decir, la potencia consumida diaria resulta ser de 161 kWh/día. No obstante, el valor obtenido no es la potencia real, puesto que el sistema fotovoltaico cuenta con una eficiencia que requiere que se apliquen factores de corrección- Según Ramírez et al. (2016), para el inversor de baterías según el mercado del 92%, mientras que el almacenamiento debe considerarse a un 80% de capacidad y la caída de tensión presenta una fluctuación entre el 1% a 2%. Por otro lado, Barrera (2018) considera que es necesario modificar las eficiencias a fin de obtener las potencias reales mínimas, esto con el fin de que se satisfaga la potencia consumida de manera diaria, en ese sentido, se procede a obtener la potencia real consumida mínima:

$$PC_{min} = \frac{PC_{DIA}}{\eta_{inversor} + \eta_{bateria} + \eta_{cableado}} = \frac{161.75 \frac{kWh}{dia}}{0.92 * 0.80 * 0.99} = 221.98 \frac{kWh}{dia}$$

Posterior a ello, se procede a identificar la potencia mínima de trabajo, donde se consideró un 70% para sistemas con almacenamiento:

$$P_{min} = \frac{PRC * I}{P * PR} = \frac{221.98 \frac{kWh}{dia} * 1 \frac{kWh}{m^2}}{5.24 * m^2 * 0.6} = 60.5 kW$$

Por tanto, la potencia mínima a satisfacer es de 60.5 kW, en ese sentido para la potencia real se adiciono un 20% como factor de seguridad, puesto que se ha considerado en los calculos las posibles pérdidas durante el trabajo del sistema:

$$P_{real} = 1.2 * 60.5 kW = 72.6 kW$$

Selección de paneles fotovoltaicos

En la selección de paneles fotovoltaicos, se ha evaluado el aspecto técnico y comercial, así como la W_p que garantice un intercambio, por lo que para producir una cantidad de 161.75 kWh se ha tenido en consideración que se instalará en zonas urbanas se considera paneles fotovoltaicos de alta eficiencia, siendo presentado la comparación de paneles solares que son comercializados por distribuidores peruanos confiables para una estimación acertada con relación al costo del panel, siendo presentado las empresas Panel Solar Perú y AutoSolar Perú que ofrecen paneles eficientes y son proveedores confiables.

Tabla 7.

Comparación de paneles solares fotovoltaicos

| Parámetro | Panel Solar Perú | | | AutoSolar Perú | | |
|---------------------------------|--|--|--|---|---|---|
| | Panel Solar 450W 24V Monocristalino PERC ECO GREEN | Panel Solar 460Wp 24v Amerisolar Monocristalino PERC HALF CELL | Panel Solar 550W 24v Monocristalino PERC ECO GREEN | Panel Solar JA SOLAR 450W 24V Monocristalino PERC | Panel Solar 500W Deep Blue 3.0 JA Solar | Panel Solar JA SOLAR 545W Monocristalino PERC |
| Potencia (Watts) | 450 | 460 | 550 | 450 | 500 | 545 |
| Eficiencia del modulo | 20.18% | 21.27% | 20.58% | 20.2 | 21.1 | 21.1 |
| Vida útil (años) | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| Costo del panel solar | 994.05 | 831.9 | 874.2 | 983.33 | 996.46 | 1051.11 |
| Garantía contra defectos (años) | 12 | 20 | 12 | 12 | 12 | 12 |

Fuente. Tomado del catalogo de Panel Solar Perú y AutoSolar Perú

Al comparar los paneles solares ofrecidos por empresas de confianza, se evidencia que el panel solar JA SOLAR 450W 24V Monocristalino PERC destaca con una eficiencia del 20.2% y un precio de S/ 983.33 (ver Anexo 11). Este presenta parámetros superiores en comparación con el panel Solar 450W 24V Monocristalino PERC ECO GREEN, el cual tiene un costo más elevado. Para identificar la cantidad de paneles fotovoltaicos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$N_p = \frac{P_{min}}{P_{panel}}$$

Donde:

- N_p : Número de módulos fotovoltaicos.
- P_{min} : Potencia mínima de trabajo.
- P_{panel} : Potencia del panel solar

$$N_p = \frac{60.5 \text{ kW}}{450 \text{ W}} = 134 \text{ paneles}$$

No obstante, también es importante determinar la potencia total del sistema a generar:

$$P_{generada} = P_{panel} * N_{paneles}$$

Despejando con los resultados obtenidos:

$$P_{generada} = 450 * 134 = 60.3 \text{ kW}$$

Conexión de los paneles en serie

$$N_s = \frac{V_{BAT}}{V_{PANEL}} \quad (1)$$

Donde:

N_s : Número de módulos en serie.

V_{BAT} : Tensión nominal del sistema.

V_{PANEL} : Tensión nominal del módulo (dato del fabricante).

Se obtiene de la ecuación anterior:

$$N_s = \frac{45}{42.43} = 1,06 \approx 2$$

Conexión de los paneles en paralelo

$$N_p = \frac{N_{mod}}{N_s} \quad (2)$$

Donde:

N_p : Número de módulos en serie.

N_{mod} : Número de paneles.

N_s : Número de módulos en serie.

Reemplazando los valores se obtiene:

$$N_p = \frac{134}{2} = 67$$

Se estableció un arreglo de dos filas en serie y 67 en paralelo.

Dimensionamiento del controlador

Se estableció un factor de seguridad de 1.15 para evitar el aumento de intensidades en los paneles, siendo la capacidad del controlador calculada de la siguiente manera:

$$Cap_{control} = \frac{NP_{Totales} * I_{sc} * 1,15}{NP_{serie}}$$

El valor de la I_{sc} se obtiene de la datasheet del valor de la corriente de cortocircuito.

$$Cap_{control} = \frac{134 * 11.36 * 1,15}{2} = 875.28 A$$

Se identificó que la capacidad resultante es de 875.28 A, por lo que el controlador seleccionado fue un controlador solar MPPT (Maximum Power Point Tracking) que tiene una capacidad de carga de 100 V - 48 V (ver anexo 14), siendo el valor importante para determinar la cantidad de controladores a requerir. A continuación, se muestra las características del equipo se muestra a continuación:

- Modelo: SR-MC48100N25
- Sistema de voltaje: 12/24/36/48V
- Voltaje máximo de entrada de energía: 250 V
- Corriente de carga: 100 A
- Potencia del panel solar (48V): 5 200 W
- Peso: 5,7 kg
- Dimensiones: 314*227*121 mm

Se presentó las características a considerar en el dimensionamiento del controlador de carga solar MPPT, por lo tanto, al considerar una corriente de carga de 100 A, se procede a identificar los números de controladores requeridos para satisfacer una corriente de 875.28 A.

$$N_{controladores} = \frac{875.28 A}{100 A}$$

$$N_{controladores} = 8.75 \approx 9$$

Del valor obtenido, se requiere un total de 9 controladores solares MPPT modelo SR-MC48100N25

Cálculo para el acumulador de energía

Se requiere que las baterías almacenen una potencia diaria de 161.75 kWh. En el mercado nacional, existe una amplia variedad de fabricantes que ofrecen diversas capacidades, marcas, tipos y diseños de baterías. Sin embargo, se ha decidido optar por la marca de batería estacionaria Ultracell UZS600 600 Ah 12V (ver anexo 12), debido a su relación con el mismo fabricante que suministra el panel fotovoltaico y otros componentes necesarios. Por consiguiente, la instalación se encuentra en una ubicación céntrica, se ha considerado una profundidad de descarga del 0.7, una capacidad de carga máxima del 100%, y se ha establecido un tiempo de autonomía de 24 horas equivalente a un día al estar en una zona urbana.

$$C_t = \frac{C_B * 1.2 * n^o}{V * pd}$$

Donde:

Margen de seguridad de carga del 20%: 1.2

Tiempo de autonomía en días: n°

C_B : Capacidad de la batería a satisfacer

V: Voltaje de batería (Voltios)

Pd: Profundidad de máxima descarga diaria de la batería 20%

Reemplazando los valores en la ecuación anterior se obtiene:

$$C_t = \frac{161.75 * 1000 * 1.2 * 1}{48 * 0.7} = 5,776.78 \text{ Ah}$$

Reemplazando para identificar el número de baterías:

$$N^\circ \text{ baterias} = \frac{C_t}{C_B} = \frac{5,776.78}{600 \text{ Ah}} = 9.62 \cong 10 \text{ baterias}$$

Por lo expuesto, se requiere un total de 10 baterías con una capacidad de 600 Ah.

Cálculo del inversor

Se empleo un inversor de la marca Growatt que posee una capacidad de 5 kW y tiene una eficiencia de trabajo de 93% (ver anexo 13), por lo que se procede a identificar la cantidad de inversores necesarios.

El inversor seleccionado es de la marca Growatt 5000 watts y 48 v que, según las características establecidas, se identificó el número de inversores.

Mediante la siguiente formula se obtiene la capacidad del inversor:

$$Cap_{inv} = \frac{32,35 \text{ kW}}{93\%} = 34784.94 \text{ W}$$

Ahora bien, el número de inversores se obtiene de la siguiente manera:

$$N_{inv} = \frac{Cap_{inv}}{P_{inv}}$$

Reemplazando en la ecuación anterior:

$$N_{inv} = \frac{34784.84 \text{ W}}{5,000 \text{ W}} = 6.95 \approx 7$$

Por consiguiente, se requiere un total de 7 inversores de 5 kW.

Cálculo de los conductores eléctricos

Se ha determinado que el valor de los conductores de CC no disminuirá más del 1%. En consideración a este criterio y teniendo en cuenta tanto el valor máximo

admisible como la distancia entre los componentes del sistema fotovoltaico, se presenta la siguiente tabla 8:

Tabla 8.

Distancias de equipos para cálculo de conductores eléctricos

| Tramo | Longitud | Valor máximo admisible | Calculo obtenido |
|--|----------|------------------------|-------------------------|
| Tramo A: Panel fotovoltaico-regulador | 8 m | 1% | $S = 1.83 \text{ mm}^2$ |
| Tramo B: Controlador - acumulador | 10 m | 1% | $S = 8.66 \text{ mm}^2$ |
| Tramo C: Acumulador - inversor | 10 m | 1% | $S = 8.66 \text{ mm}^2$ |
| Tramo D: Inversor – Tablero general | 1 m | 1% | $I = 132.65 \text{ A}$ |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 8 se muestra los tramos existentes entre distintos dispositivos a utilizar en el sistema fotovoltaico, siendo especificado la sección de cable a considerar para su interconexión. Para calcular el tamaño adecuado del conductor en cada tramo, se llevó a cabo una revisión exhaustiva del Código Nacional de Electricidad y del Manual de Instalación del Regulador de Carga en lo que respecta a cables de cobre.

$$S(\text{mm}^2) = \text{Factor de conductividad} * \frac{\text{Long. (m)} * \text{Intensidad (A)}}{\nabla V(\text{Tensión máxima en serie})}$$

Donde:

Factor de conductividad del cobre: $4.4 * 10^{-2}$

L: Longitud del tramo (metros)

I: Máxima corriente (Amperios)

∇V : Tensión máxima en serio (Voltios)

Tramo A: Panel fotovoltaico- regulador

Para calcular la pérdida de voltaje en este segmento, se considera la tensión de salida del regulador, que es de $V=220V$. En este contexto, la caída de tensión correspondiente al 1% será:

$$\nabla V = 42.43 \text{ V} * 1\%$$

$$\nabla V = 0.4243 \text{ V}$$

Para calcular la corriente, se toma en consideración la tensión de salida del regulador, así como su potencia y longitud.

$$S(\text{mm}^2) = 4.4 * 10^{-2} * \frac{8 \text{ m} * 11.49 \text{ A}}{2.2 \text{ V}}$$

$$S = 1.83 \text{ mm}^2$$

Con una sección de 1.83 mm^2 corresponde a un conductor THW indeco de calibre 13 AWG.

Tramo B: Regulador - acumulador

Para este cálculo se tiene en consideración la corriente de salida de los paneles

$I = 9.45 \text{ A}$ y la caída de tensión será de 1%.

$$L = 10 \text{ m}$$

$$V = 48 \text{ V}$$

$$\nabla V = 48V * 1\%$$

$$\nabla V = 0,48 \text{ V}$$

Con este valor se calculará la sección del conductor

$$S(\text{mm}^2) = 4.4 * 10^{-2} \frac{L * I}{\nabla V}$$

$$S(\text{mm}^2) = 4.4 * 10^{-2} \frac{10 \text{ m} * 11.49 \text{ A}}{0.48 \text{ V}}$$

$$S = 8.66 \text{ mm}^2$$

Con una sección de 8.42 mm^2 corresponde a un conductor THW Indeco de calibre de calibre 5 AWG.

Tramo C: Acumulador - inversor

Como se trata de la misma tensión, entonces también le corresponde un cálculo igual que el anterior, obteniendo un conductor THW Indeco de calibre de 8.66 mm^2 .

Tramo D: Inversor – Tablero general

Para esta sección a diferencia de los tramos anteriores, tenemos corriente alterna trifásica la cual se trabajará con los siguientes parámetros.

$$\text{Potencia} = 32.35 \text{ kW}; \quad V = 220 \text{ V}; \quad \text{Cos}\phi = 0,8$$

$$P = \sqrt{3} * V * I * \text{COS}\phi$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * 220 \text{ VAC} * \text{COS}(0.8)}$$

$$I = \frac{32.35 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 220 * 0.8} = 106A$$

Como todo conductor no trabaja al 100% y por seguridad a esta corriente se le agrega un 25% de su capacidad.

$$I = 106.12 * 1,25$$

$$I = 132.65 A$$

Con este valor identificamos que se requiere una unidad de disparo termomagnético fijo de 2x10A, 20KA/220V, 10KA/415V, IEC 60898, CURVA C.

En síntesis, se requiere para el sistema fotovoltaico la cantidad de 134 paneles fotovoltaicos de 450 W, 9 controladores MPPT, 10 baterías de 600 Ah, 7 inversores de 5 kW y elementos de protección en el tablero general, siendo una radiación solar considerada de 5.24 kWh/m²/día y se satisface la energía diaria de la municipalidad.

$$CERF = \left(\frac{161.75 \text{ kWh}}{161.75 \text{ kWh}} \right) * 100\%$$

Como se evidencia en la ecuación anterior con la radiación solar promedio de junio que es el mes que presenta menos valores se logra satisfacer la demanda requerida.

Tabla 9.

Resumen de componentes del dimensionamiento del sistema fotovoltaico

| Equipos | Descripción | Marca | Modelo | Cantidad (Uds.) |
|------------------------|----------------------|--------------|-------------------------|------------------------|
| Panel fotovoltaico | Monocristalino PERC | JA Solar | 450W 24V | 134 |
| Regulador fotovoltaico | MPPT | JA Solar | 500W 24V Monocristalino | 9 |
| Batería | Batería estacionaria | Ultracell | UZS600-6 | 10 |
| Inversor | SPF | Growatt | 5000 watts y 48V | 7 |
| Cable unifilar | THW | Indeco | | |
| Cable unifilar | Solar PV ZZ-F | | | |

Fuente. Elaboración propia

4.4. Determinar el costo de inversión del sistema fotovoltaico en la Municipalidad Distrital El Algarrobal

Inversión

Para identificar el costo beneficio de la autogeneración en la Municipalidad Distrital El Algarrobal en Ilo, se ha utilizado un flujo de caja a fin de evaluar la viabilidad económica mediante el uso de indicadores económicos, por lo que se detalla la inversión realizada, como se muestra en la tabla 10:

Tabla 10.

Inversión en componentes del sistema fotovoltaico

| Descripción | Modelo | Cantidad | Costo unitario | Costo total |
|------------------------|----------------------------------|----------|----------------|--------------|
| Panel fotovoltaico | 450W 24V Monocristalino | 134 | S/989.33 | S/132,570.22 |
| Regulador fotovoltaico | SR-MC48100N25 | 9 | S/2,342.41 | S/21,081.69 |
| Batería | Ultracell UZS600 | 10 | S/1,966.00 | S/19,660.00 |
| Inversor | Marca Growatt 5000 watts y 48 | 7 | S/3,275.41 | S/22,927.87 |
| Total | | | | S/196,239.78 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 10 se ha identificado que en componentes se requiere una inversión de S/196,239.78 en componentes del sistema fotovoltaico. Por consiguiente, se procede a identificar el costo en mano de obra para la instalación de los componentes que se contempló dentro del estudio:

Tabla 11.

Inversión en mano de obra

| Personal | Cantidad | Costo unitario hora | Tiempo (mes) | Costo total |
|------------------------------|----------|---------------------|--------------|-------------|
| Ingeniero Mecánico eléctrico | 1 | S/18.00 | 80 | S/1,440.00 |
| Ingeniero de seguridad | 1 | S/16.00 | 80 | S/1,280.00 |
| Técnico Montajista | 2 | S/12.00 | 80 | S/960.00 |
| Total | | | | S/3,680.00 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 11 se especifica el monto a requerir como inversión de mano de obra, ya que los paneles requieren del recurso humano para su instalación. Adicionalmente, se consideró los gastos en transporte, mano de obra y costos en los componentes, pero al monto total se le adicionó un 20% como monto de contingencia debido a que puede surgir otros gastos variables que no se han

contemplado en el análisis, como, por ejemplo, el aumento del costo de los equipos, uso de horas hombres adicional, mayor costo de flete, entre otros, como se muestra en la tabla 12:

Tabla 12.

Inversión inicial del sistema fotovoltaico

| Descripción | Costo |
|---|--------------|
| Costos de los componentes del sistema híbrido | S/196,239.78 |
| Mano de obra | S/3,680.00 |
| Transporte | S/25,000.00 |
| Total | S/224,919.78 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 12 se muestra el monto inicial que se requiere para la implementación del sistema fotovoltaico que debe ser desembolsado en su totalidad para la compra de materiales, mano de obra y su transporte desde Lima. Por otro lado, una vez que se encuentre implementado el sistema fotovoltaico resulta necesario que se realice un mantenimiento a fin de que se logre mantener su máxima eficiente del sistema fotovoltaico. Un punto a destacar es que, el dimensionamiento se está realizando con el promedio del mes de junio que es el valor con menor radiación solar, por lo que será el mes más afectado en caso el rendimiento baje. No obstante, al estar conectado a la red pública el efecto mencionado se puede mitigar al conectarse a la red pública en caso no se satisfaga la demanda de energía requerida establecida en la tabla 13.

Tabla 13.

Costo en mantenimiento anual

| Recursos | Cantidad | Costo h/h | Horas | Total |
|-----------------------|----------|-----------|-------|------------|
| Técnico electricista | 3 | 12 | 20 | S/720.00 |
| Ayudante electricista | 3 | 6 | 20 | S/360.00 |
| Otros | 3 | 7 | 20 | S/420.00 |
| Total | | | | S/1,500.00 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 13 se identificó que se requiere S/ 1,500.00 para el mantenimiento del sistema fotovoltaico, ya que se requiere una limpieza de los paneles fotovoltaicos,

siendo que el beneficio del sistema fotovoltaico se obtiene mediante la energía renovable. A continuación, se muestra el beneficio que se obtiene en la tabla 14:

Beneficio

Tabla 14.

Beneficio del sistema fotovoltaico

| Costo de energía eléctrica (kWh) | Consumo mensual (kWh) | Consumo año (kWh) | Costo S/. |
|----------------------------------|-----------------------|-------------------|-------------|
| 0.7998 | 4852.5 | 58230 | S/46,572.35 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 14 se especifica el beneficio a recibir mediante el uso de un sistema fotovoltaico de manera anual. Al respecto, es necesario precisar que el beneficio obtenido es el mínimo debido a que se realizó el cálculo con el valor del menor mes de radiación solar, en ese sentido, en los de mayor radiación que son enero y junio el beneficio incrementará.

Costo de oportunidad de capital (COK)

Se considero pertinente realizar el costo de oportunidad de capital a fin de identificar la rentabilidad del proyecto en condiciones reales como se muestra en la tabla 15:

$$COK = \beta * (Rm - Rf) + Rp + Rf$$

Tabla 15.

Cálculo de COK del proyectado de mejora

| Concepto | Descripción | Valor anual (%) |
|----------|---------------------------------|-----------------|
| Rm | Riesgo de mercado | 12.28 |
| RF | Riesgo financiero | 4.2 |
| RP | Riesgo país | 1.96 |
| BETA | Beta apalancada por sector | 1.28 |
| COK | Costo de oportunidad de capital | 13.03% |

Fuente. Cálculo realizado con información del BCRP (2023), Alerta financiera (2023) y Aswath Damodaran (2023)

En la tabla 15 se especifica los valores requeridos para el cálculo del COK.

Flujo de caja

A continuación, en la tabla 16 se muestra el flujo de caja a un horizonte de 25 años:

Tabla 16.

Flujo de caja

| Año | Egresos | | | Total de egresos | Ingresos | | Flujo de caja |
|-----|--------------|-------------------|---------------|------------------|------------------|----------------------|---------------|
| | Inversión | Cambio de equipos | Mantenimiento | | Cobro de energía | Total, de ingresos | |
| 0 | S/269,903.74 | 0 | 0 | S/269,903.74 | | -S/269,903.74 | S/269,903.74 |
| 1 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | -S/224,831.38 |
| 2 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | -S/179,759.03 |
| 3 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | -S/134,686.67 |
| 4 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | -S/89,614.32 |
| 5 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | -S/44,541.97 |
| 6 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/530.39 |
| 7 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/45,602.74 |
| 8 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/90,675.10 |
| 9 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/135,747.45 |
| 10 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/180,819.80 |
| 11 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/225,892.16 |
| 12 | 0 | S/19,660.00 | S/1,500.00 | S/21,160.00 | S/46,572.35 | S/25,412.35 | S/251,304.51 |
| 13 | 0 | S/21,081.69 | S/1,500.00 | S/22,581.69 | S/46,572.35 | S/23,990.66 | S/275,295.18 |
| 14 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/320,367.53 |
| 15 | 0 | S/0.00 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/365,439.88 |
| 16 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/410,512.24 |
| 17 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/455,584.59 |
| 18 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/500,656.95 |
| 19 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/545,729.30 |
| 20 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/590,801.65 |
| 21 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/635,874.01 |
| 22 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/680,946.36 |
| 23 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/726,018.72 |
| 24 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/771,091.07 |
| 25 | 0 | 0 | S/1,500.00 | S/1,500.00 | S/46,572.35 | S/45,072.35 | S/590,801.65 |

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 16 se observa que el proyecto tiene un plazo de 25 años que requiere el cambio de las baterías y el regulador en el año 12 y 13 respectivamente. Por otro lado, el Valor Actual Neto (VAN) resulta ser un indicador económico necesario para identificar el rendimiento del proyecto, así como la Tasa Interna de Retorno (TIR) que refiere a una tasa que en el presente neto su valor resultante es igual a cero, por lo que ambos indicadores son claves para que un proyecto sea aceptado. A continuación, se muestra los criterios de decisión del VAN y TIR:

$VAN = 0$ y $TIR = K$: El sistema fotovoltaico no debe ser aprobado.

$TIR < K$ y $VAN < 0$: El sistema fotovoltaico puede ser aprobado sin ajustes.

$TIR > K$ y $VAN > 0$: El sistema fotovoltaico debe ser aprobado al ser viable económicamente.

A continuación, se muestra los indicadores económicos del sistema fotovoltaico que evidencia su viabilidad para su implementación obtenido mediante el flujo de tabla 17.

Tabla 17.

Indicadores económicos

| Indicador económico | Monto |
|---------------------------------------|--------------|
| Cálculo del VAN | S/309,850.00 |
| Cálculo de la TIR | 19.42% |
| Cálculo de la ratio Beneficio / Costo | 2.38 |

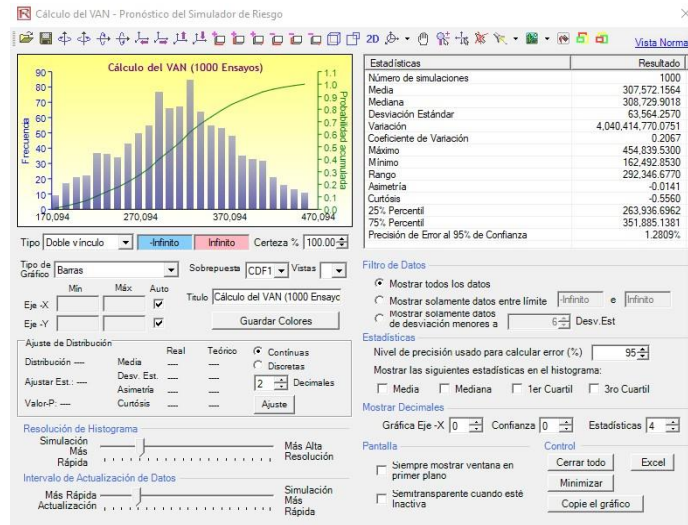
Fuente. Elaboración propia

Como se muestra en la tabla 17, el proyecto resulta ser beneficioso desde un punto de vista económico, ya que presenta un índice de costo-beneficio de S/ 2.38. Esto significa que por cada sol invertido se genera un beneficio de S/ 2.38 céntimos. Además, el análisis del flujo de caja arroja un Valor Actual Neto (VAN) de S/309,850.00 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 19.42%, lo que demuestra su atractivo como inversión.

Con base a lo arrojado en el flujo de caja, se procede a realizar la simulación del riesgo de la inversión mediante un análisis en el completo Risk Simulador de Microsoft Excel, donde se busca determinar qué tan rentable es el proyecto al ser ejecutado. Por consiguiente, los valores de producción de energía eléctrica, costo de energía eléctrica y el flujo de caja sirvieron como base. A continuación, se muestra la simulación realizada en la figura 3:

Figura 3

Cálculo del VAN – Pronóstico del Simulador de Riesgo

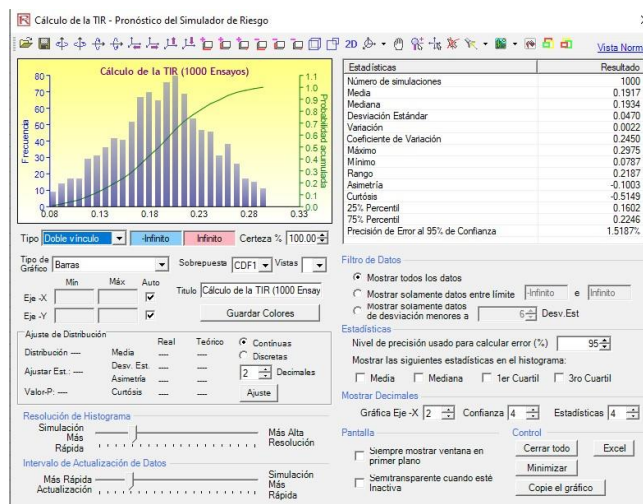


Fuente. Elaboración propia

En la figura 3, se muestra que el VAN a un horizonte de 25 años según el analizador Risk presenta un mínimo de S/ 162,492.85 y un máximo de S/ 454,839.53, esto demuestra que el proyecto es rentable, ya que el flujo de caja arroja un TIR fue de 15.90% expuesta en la figura 4.

Figura 4

Cálculo del TIR – Pronóstico del Simulador de Riesgo



Fuente. Elaboración propia

En la figura 4, se muestra que el TIR a un horizonte de 25 años según el analizador Risk presenta un mínimo de TIR de 7% y un máximo de 29.75%, esto demuestra que el proyecto es rentable, ya que el flujo de caja arroja un VAN de S/158,956.84.

El proceso general implica calcular el VAN y TIR en diferentes escenarios posibles, teniendo en cuenta las diferentes distribuciones de probabilidad de los flujos de efectivo, por lo tanto, el análisis de riesgo de sensibilidad del VAN a los cambios demuestra la rentabilidad del proyecto, esto quiere decir que la municipalidad puede realizar la inversión al ser un proyecto rentable.

Resultados de los indicadores de flujo de caja:

La importancia del software Risk es que permite establecer un escenario optimista y pesimista del proyecto, por lo que se establece el resumen de los indicadores del flujo de caja especificado en la tabla 18:

Tabla 18.

Resumen de los indicadores del flujo de caja

| Tipo | Probabilidad | VAN | TIR | B/C |
|-----------|--------------|--------------|--------|--------|
| Optimista | 25% | S/454,839.53 | 29.75% | S/2.98 |
| Probable | 50% | S/309,850 | 19.42% | S/2.38 |
| Pesimista | 25% | S/162,492.85 | 7.87% | S/1.79 |
| EMV | | S/228,011.67 | 15.18% | S/1.21 |

Fuente. Elaboración propia

Como se evidencia en la tabla 18, el proyecto es viable en los tres escenarios esperados, siendo el VAN esperado de S/309,850, lo cual es un indicador que evidencia la rentabilidad del proyecto, así también se muestra un TIR del 19.42% que es una tasa superior que el COK y muy encima de lo esperado de la empresa que es del 13.03%. Por último, el beneficio/costo obtenido es de S/ 1.93 que demuestra que es viable el proyecto al recuperar S/1.38 céntimos por cada sol invertido.

V. DISCUSIÓN

En el objetivo general de la investigación, que se enfoca en realizar el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023 se obtuvo resultados beneficiosos debido a que es viable técnica, operativa y económicamente, siendo las variables que tienen predominancia en el dimensionamiento de los sistema fotovoltaicos la radiación solar y el costo de energía eléctrica de la concesionaria, por lo que se ha demostrado que la adopción de energías renovables en las organizaciones favorecen en un menor pago en la facturación de energía eléctrica (Bloch et al. 2019). Por otro lado, permite mayor sostenibilidad ambiental al reducir la huella de carbono al aprovechar la radiación solar (Leskinen, Vimpari y Junnila, 2020). No obstante, también es importante señalar que en caso se busca optimizar los costos se debe considerar el menor uso de baterías debido a que se encontrará conectado a la red, mientras que en caso se busque un suministro confiable se debe utilizar las baterías y analizar el histórico de plazos de corte de luz o días consecutivos que se encuentran con radiación por debajo al valor establecido en el dimensionamiento a fin de identificar los días de autonomía del sistema fotovoltaico. Frente a lo mencionado, se acepta la hipótesis de investigación, ya que existe relación entre el sistema fotovoltaico dimensionado y la disminución de la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023. Lo expuesto, es concordante con Kurz (2023) quien analizó tres mecanismos de facturación de la electricidad para validar la viabilidad de un sistema fotovoltaico, donde consideró el autoconsumo y con un sistema de almacenamiento que en ambos casos se evidencia la viabilidad, pero considerando que el precio de facturación y la radiación solar juegan un papel importante. Por otro lado, Flores (2018) en el dimensionamiento de su sistema fotovoltaico identificó que, la energía diaria requerida y la radiación solar son importantes, por lo que al dimensionar con la máxima demanda de energía requerida se obtiene resultados favorables.

Respecto al primer objetivo específico de la investigación, que se enfoca en determinar la potencia y energía en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023, se ha identificado varios aspectos importantes. Primero, es importante

destacar que esta municipalidad se encuentra ubicada en una zona urbana y, debido a su función de prestar servicios a los ciudadanos, presenta una demanda diaria de energía eléctrica de 161.75 kWh, lo que demanda incluye el uso de dispositivos de oficina como computadoras, fotocopiadoras, ventiladores, y sistemas de aire acondicionado, entre otros. En ese sentido, el subdimensionamiento o sobredimensionamiento afecta negativamente en el retorno de la inversión y la eficiencia energética (Toreti, Arns y Rambo, 2021). Los hallazgos obtenidos concuerdan con la investigación de Ezpinoza y Zanoni (2021) quienes obtuvieron una máxima demanda de 21.09 kW y la demanda diaria de energía de 127.94 kWh/día para un total de 42 viviendas, donde se dimensionó la energía para el sistema fotovoltaico con base a las necesidades primarias de la población en estudio, donde se utilizó instrumentos para recolectar la demanda de energía a fin de establecer la capacidad instalada de generación. De igual manera, concuerda con Chávez et al. (2023), quienes sostuvieron que en el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se debe tener en cuenta el consumo eléctrico, la energía que se paga y las horas de uso que se encontrará operativa, por ende, es de vital importancia una evaluación del consumo con la finalidad de generar el espacio disponible que una organización pudiera tener.

En el segundo objetivo específico de la investigación, que se enfoca en determinar la radiación solar en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023, se obtuvo aspectos importantes. Primero, el uso de Power Nasa para obtener la variación de la irradiación solar en las coordenadas de la ubicación del lugar de estudio, siendo seleccionado el valor de 5.24 kWh/m²/día en promedio en el mes de junio en la medición realizada desde el 2020 al 2022, por lo que al seleccionar el valor mencionado se puede identificar que la municipalidad en estudio contará con energía eléctrica durante todo el año debido a que junio es el mes con menor radiación solar, por ende, no tendrá desabastecimiento. Al respecto, Uriol (2020) menciona que, resulta importante emplear una metodología y un software de pronóstico de radiación solar que permita maximizar los beneficios ambientales y económicos debido a que contribuye un mejor aprovechamiento de los sistemas fotovoltaicos. Lo expuesto, concuerda con Vasquez (2020), quien identificó que un sistema fotovoltaico es viable en zonas urbanas, puesto que realizó el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico en una institución, donde con base

una demanda de 4,427.30 kWh/mes para el pabellón C y para el pabellón B de 3,725.86 kWh/mes. Así también, Sart (2019) identificó que, en el dimensionamiento de un sistema fotovoltaico es pertinente el uso de bases de datos de meteorología a fin de identificar un histórico y se pueda dimensionar según las necesidades de un sitio específico.

En el tercer objetivo específico de la investigación, que es dimensionar el sistema fotovoltaico para la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023 se determinó que para satisfacer los 161.75 kWh de energía diaria se requiere un total de 134 paneles fotovoltaicos de 450 w, 9 controladores MPPT de 6 unidades, 10 baterías de 600 Ah y 7 inversores híbrido Growatt de 5 kW, los cuales cubren una demanda del 100%, es decir, para el lugar de estudio la energía renovable producida satisface el 100% de energía renovable aprovechable. Los hallazgos obtenidos concuerdan con la investigación de El-Houri et al. (2019), donde al obtener la irradiación solar de las viviendas de autoconsumo propuso un sistema fotovoltaico que permita la inversión del consumidor mediante su dimensionamiento a través de un sistema fotovoltaico capaz de brindar energía eléctrica durante todo el año, donde requisito un total de 134 paneles fotovoltaico JA SOLAR JAM60S20-380 MR, un inversor Fronius Symo Hybrid 5.0-3-S y una estructura de montaje para tejas cerámicas para satisfacer 4.77 Kw de demanda diaria, así también menciona que los sistemas fotovoltaicos son rentables debido a que el excedente de la energía producida se puede inyectar a la red eléctrica para obtener una mayor rentabilidad económica. Así también, se concuerda con Ezpinoza y Zanoni (2021) quienes para obtener la radiación solar utilizaron Nasa Power, donde realizaron el dimensionamiento con la radiación del mes de junio al ser el menor valor durante todo el año. Finalmente, Ramos (2023) manifestó que, durante el dimensionamiento de los componentes a utilizar se debe garantizar en primera instancia que se cumpla con la demanda diaria, así como disminuir la facturación de energía residencial mensual, por lo que no se considera necesario un sobredimensionamiento para demandas futuras debido a los altos costos que ocasiona su implementación.

En el cuarto objetivo específico de la investigación, centrado en determinar el costo de inversión del sistema fotovoltaico en la Municipalidad Distrital El Algarrobal, Ilo, 2023. El proyecto se mostró significativo debido al coste por kW de energía

eléctrica, que se sitúa en S/ 0.7998. Esto evidencia una tendencia: a medida que aumenta el coste de la energía eléctrica, también se incrementa el beneficio del sistema fotovoltaico. Este hallazgo se alinea con los resultados obtenidos en la investigación, donde una inversión inicial de S/224,919.78 condujo a resultados favorables, con un VAN de S/309,850.00, un TIR del 19.42% y un índice de costo beneficio de S/ 2.38. Estos resultados indican que las municipalidades a nivel nacional podrían implementar sistemas fotovoltaicos rentables a largo plazo, siempre y cuando se considere el coste por kW, ya que esto influye en la rentabilidad del proyecto. En consecuencia, se concluye que la implementación de un sistema fotovoltaico resulta beneficiosa para la municipalidad, ya que la inversión inicial se recupera y se obtiene un índice de costo beneficio de S/ 2.38, lo que indica que por cada sol invertido se recuperan S/ 1.38. Se establece, por lo tanto, que un sistema fotovoltaico es viable económicamente, siempre y cuando el coste de la energía eléctrica no sea inferior a S/ 0.59. Los hallazgos obtenidos concuerdan con la investigación de Felipe (2020) quien en su estudio emplea 60 paneles solares y obtiene una inversión de S/. 296,640.90, así como el plazo de ejecución estimado es de 45 días. Por tanto, las estimaciones realizadas en el estudio concuerdan a los hallazgos del autor mencionado, ya que también se ha evidenciado la viabilidad económica del proyecto. Así también, Espinoza, Zanoni y Rojas (2021) plantearon el diseño de un sistema fotovoltaico que permita la autogeneración del caserío Tallapampa, donde el análisis económico resulta viable al obtener un VAN de S/ 8,933.32 y un TIR de 17.1%, así como una inversión de S/.1180,177.45. Por otro lado, El-Houari et al. (2019) para una inversión inicial de electricidad de 4.858,68 USD y el costo unitario de electricidad es de 0,57 USD/kWh obtuvo resultados satisfactorios. No obstante, los resultados encontrados difieren con Ramos (2023), donde se identificó que para satisfacer 395.3 kWh se requiere una inversión inicial de \$ 8,825.67, pero las distintas estimaciones ocasionan que no se logre recuperar el monto invertido debido a que el dinero de inversión inicial se proyecta como mínimo y el costo de energía es muy bajo, lo que impide su implementación en una vivienda en Honduras.

Las fortalezas y debilidades inherentes a la metodología empleada para la obtención de los resultados se sustentan en la consideración de diversos aspectos. En primer lugar, cabe destacar como fortaleza el enfoque aplicado para gestionar

la potencia mínima en los 161.75 kW de energía consumida. Este enfoque se justifica por la búsqueda de una reducción significativa en la identificación de la potencia real requerida por el sistema fotovoltaico. Esta estrategia se alinea con la optimización de recursos y la eficiencia en la implementación del sistema. Asimismo, se debe resaltar como fortaleza de la metodología el empleo de Risk que es complemento de Microsoft Excel, el cual desempeña un papel crucial al identificar escenarios optimistas, probables y pesimistas. Esta práctica se revela como un avance significativo, debido a que, en la evaluación convencional de proyectos con un horizonte temporal de 25 años, con poca frecuencia consideran los pronósticos y las variaciones en los indicadores económicos. La utilización de esta herramienta no solo enriquece la investigación, sino que también aporta una perspectiva más realista y completa en el análisis de la viabilidad del proyecto. Por otro lado, una de las debilidades es que no se ha logrado implementar sistema fotovoltaico y no se contempló las áreas de conocimiento de la guía PMOK para asegurar el éxito de un proyecto de inversión. Entre estas áreas se encuentran la gestión del tiempo, la gestión de alcance y la gestión de recursos humanos. Estos aspectos, esenciales para la gestión integral de proyectos, no fueron debidamente contemplados, lo que podría influir negativamente en la consecución exitosa durante la ejecución del del proyecto. Es relevante subrayar que la investigación se inserta en el marco de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, específicamente en el Objetivo 13, orientada a la búsqueda de alternativas urgentes para mitigar el cambio climático, en ese sentido, se alinea con una causa de importancia global al considerar esta conexión con los ODS, se refuerza la relevancia intrínseca del proyecto en el ámbito de las energías renovables, destacando su contribución al conocimiento en el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos. En síntesis, la metodología presenta tanto fortalezas, como el enfoque en la potencia mínima como parámetro del dimensionamiento para la obtención de la potencia real y el uso de Risk, como debilidades significativas, la no implementación y la omisión de aspectos clave de gestión según la guía PMBOK. La conexión con los Objetivos de Desarrollo Sostenible confiere al proyecto una relevancia adicional, consolidando su aporte al avance del conocimiento en el ámbito de las energías renovables.

VI. CONCLUSIONES

1. Se logra dimensionar un sistema fotovoltaico a fin de disminuir el 100% de energía eléctrica facturada que es representada por una potencia real de 72.6 kW por la Municipalidad Distrital El Algarrobal, por lo que con una inversión inicial de S/224,919.78 se demuestra que es viable la autogeneración desde un punto de vista técnico y económico.
2. En el objetivo específico 1, se determinó que la potencia de consumo fue de 3882 kWh, para lo cual se realizó una estimación del consumo diario por equipos de la Municipalidad Distrital El Algarrobal. Por consiguiente, concluye que el sistema fotovoltaico cubre el 100% de la energía requerida.
3. En el objetivo específico 2, se determinó la radiación solar para la Municipalidad Distrital El Algarrobal mediante el software Nasa Prediction Of Worldwide Energy Resources, en donde se identificó que la radiación solar mínima se encuentra en junio que es 5.24 kWh/m²/día, por lo que se concluye que la radiación solar en la zona es favorable para el dimensionamiento fotovoltaico.
4. En el objetivo específico 3, se dimensiono el sistema fotovoltaico, en donde es necesario 134 paneles fotovoltaicos de 450 W, 9 controladores MPPT, 10 baterías de 600 Ah, 7 inversores de 5 kW y elementos de protección en el tablero general. Por consiguiente, se concluye que es viable un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida.
5. En el objetivo específico 4, se realizó determinó el costo de la inversión del sistema fotovoltaico, el cual requiere S/224,919.78 como inversión, mientras que los indicadores económicos que arrojo el flujo de caja fue un VAN de S/309,850.00, un TIR del 19.42% y un índice de costo beneficio de / 2.38, por lo tanto, se concluye que es viable económicamente el proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

1. En la investigación se ha identificado que en el distrito El Algarrobal cuenta con óptimas condiciones de radiación solar, en ese sentido, la generación de energía eléctrica mediante un sistema fotovoltaico resulta importante para la reducción de la facturación de energía eléctrica no solo en municipalidades, sino también en viviendas, establecimientos comerciales y otras instituciones públicas, por lo que se recomienda seguir ejecutar nuevos proyectos al demostrarse que es viable de manera técnica y económica.
2. A futuras investigaciones se recomienda identificar la potencia real a satisfacer mediante un sistema fotovoltaico, puesto que resulta importante dimensionar según las necesidades y considerar adicionar un factor de seguridad a fin de que el retorno de la inversión sea en el menor tiempo posible.
3. Se recomienda para los sistemas fotovoltaicos off grid realizar el dimensionamiento de los componentes considerando el mes con menor valor de radiación solar, puesto que en este tipo de escenarios es importante el abastecimiento constante de la energía eléctrica, así como el uso de baterías estacionarias.
4. A futuras investigaciones que realicen el dimensionamiento del sistema fotovoltaico se recomienda identificar el espacio disponible para la instalación de paneles, ya que es una limitante en la generación de energía eléctrica mediante radiación solar.
5. A futuras investigaciones sobre energía renovable se recomienda considerar el costo del valor del terreno donde se instalará los paneles solares, ya que si bien el uso de paneles solares es rentable es necesario precisar que existe un dinero no aprovechado por el uso del terreno. De igual manera la elección de componente que contribuye al sistema fotovoltaico, deberá ser de alta calidad desde los paneles solares hasta las baterías e inversores, esta situación no solo reducirá el costo de mantenimiento a lo largo del tiempo, sino que también nos garantizará el funcionamiento adecuado del sistema.

REFERENCIAS

- ALERTA FINANCIERA. 2023. Riesgo país de Perú llegó a su nivel más bajo del año. Alerta Financiera. [En línea] 5 de 07 de 2023. <https://alertafinanciera.pe/2023/07/05/riesgo-pais-de-peru-llego-a-su-nivel-mas-bajo-del-ano/>.
- ARIAS, José L y COVINOS, Mitsuo, 2021. *Diseño y Metodología de la Investigación*. Arequipa: Enfoques Consulting EIRL. Disponible en: http://isbn.bn.p.gob.pe/catalogo.php?mode=busqueda_menu&id_editor=231040
- ARRÓLIGA, S y BETANCO, Juan Alberto, 2022. Vista de Consumo de energía eléctrica de FAREM-Estelí: un paso hacia la eficiencia energética | Revista Científica de FAREM-Estelí. *Revista Científica de FAREM-Estelí* [en línea], vol. 11, no. 4. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/farem.v11i44.15689>.
- ASWATH Damodaran. 2023. Betas por sector (EE. UU.). [En línea] 2023. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html.
- BARRAGÁN, Edgar, 2019. Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. Barragán, Edgar, y otros. 2019. s.l.: EURE.
- BARRERA, William A y CASTILLA, Fabián A, 2018. Propuesta de un sistema fotovoltaico para consumo eléctrico en el Municipio de Quebrada negra, Cundinamarca. Bogotá: Universidad Libre de Colombia, 2018.
- BARTOLINI, Alessandro, CORTI, Fabio, REATTI, Alberto, CIANI, Lorenzo, 2020. Analysis and Design of Stand-Alone Photovoltaic System for precision agriculture network of sensors. *2020 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2020 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, DOI 10.1109/EEEIC/ICPSEUROPE49358.2020.9160554.
- BLOCH, Lionel, HOLWEGGER, Jordán, BALLIF, Christophe. y WYRSCH, Nicolas, 2019. Impact of advanced electricity tariff structures on the optimal design, operation and profitability of a grid-connected PV system with energy storage. *Energy Informatics* [en línea], vol. 2, no. 1, pp. 1-19. [Consulta: 24 mayo 2023]. ISSN 25208942. DOI 10.1186/S42162-019-0085-Z/FIGURES/8. Disponible

en: <https://energyinformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s42162-019-0085-z>.

BOLAÑOS, Carlos y GÓMEZ, Gustavo, 2021. Metodología para la implementación de sistemas fotovoltaicos con almacenamiento para pequeñas industrias. *Tecnología en Marcha* [en línea], vol. 36, no. 1. [Consulta: 24 mayo 2023]. Disponible en: https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/5843/6335.

CERRÓN, Amanda, 2019. Universidad Federico Dimensionamiento del potencial fotovoltaico para el funcionamiento de una planta desalinizadora por ósmosis inversa en la gramita, Casma – Ancash. [en línea]. Lima: [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: [https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3235/CERRON CONTRERAS AMANDA - MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/3235/CERRON%20CONTRERAS%20AMANDA%20-%20MAESTRIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

CHÁVEZ, Manuel L, GORGES, Reinier, ALVAREZ, Yoisdel, CARRERA, Luis A y GONZÁLEZ, Andrés, 2023. Proposal of a solar photovoltaic system for the reduction of energy consumption in a hatchery. *Universidad y Sociedad* [en línea], vol. 15, no. 1. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85148527817&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=3de027fb75283b41f609b41d4033f91a&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28sistema+fotovoltaico%29&sl=35&sessionSearchId=3de027fb75283b41f609b41d4033f91a>.

CUATRECASAS, Lluís. 2021. Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible NE: Técnicas para la planificación y diseño de procesos mono y multiproducto con soporte informático. España: Profit Editorial, 2021.

EL-HOUARI, Haytham, ALLOUHI, Amine, REHMAN, Shafiqur, BUKER, Mahmut, KOUSKSOU, Tarik, JAMIL, Abdelmajid y EL AMRANI, Bouchta, 2019. Design, Simulation, and Economic Optimization of an Off-Grid Photovoltaic System for Rural Electrification. *Energies* [en línea], vol. 12, no. 24, pp. 4735. [Consulta: 26 mayo 2023]. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/EN12244735. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/24/4735/htm>.

- ESPINOZA, Jorge, ZANONI, Felipe, 2021. Diseño de sistema fotovoltaico off-grid, red secundaria y conexiones domiciliarias para suministro eléctrico al caserío Tallapampa, distrito Salas, provincia Lambayeque. *Repositorio Institucional* [en línea]. Chiclayo: Universidad Señor de Sipán. [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/8082>.
- FARFÁN, José y CAMPOS, Walter, 2019. Diseño y Dimensionado de Sistemas de Bombeo Fotovoltaico (Fundamentos, Dimensionado y Aplicaciones de la Energía Solar Fotovoltaica). *Redalyc* [en línea], vol. 8, no. 1. [Consulta: 21 abril 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5217/521758809019/html/>.
- FELIPE, Gonzalo F, 2020. Diseño de un sistema fotovoltaico on grid de autoconsumo e inyección 0 conectado a la red eléctrica del centro de salud Haqira, Apurímac 2020. [en línea]. Lima: [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: [https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3797/Gonzalo Huaman_Trabajo de Suficiencia Profesional_Titulo Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3797/Gonzalo_Huaman_Trabajo_de_Suficiencia_Profesional_Titulo_Profesional_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- FLORES, Edinson G, 2018. *Diseño de un Sistema fotovoltaico para el suministro de Energía Eléctrica a la localidad de Paruque Bajo-Sector La Tuna, Distrito de Julcán*. S.I.: Tesis de pregrado, Universidad César Vallejo.
- GALICIA, Liliana, Balderrama, Jorge A, Edel, Rubén, 2017. Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual. *Apertura: Revista de Innovación Educativa, ISSN-e 2007-1094, ISSN 1665-6180, Vol. 9, Nº. 2, 2017 (Ejemplar dedicado a: Educación dinámica con herramientas virtuales / Octubre 2017 - marzo 2018), págs. 42-53* [en línea], vol. 9, no. 2, pp. 42-53. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 1665-6180. DOI 10.18381/Ap.v9n2.993. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6124672>.
- GÓMEZ, Gloria, 2021. Métodos y técnicas de investigación utilizados en los estudios sobre comunicación en España. *Revista Mediterránea de Comunicación: Mediterranean Journal of Communication, ISSN-e 1989-872X, Vol. 12, No. 1, 2021, págs. 115-127* [en línea], vol. 12, no. 1, pp. 115-127. [Consulta: 20 abril 2023]. ISSN 1989-872X. DOI 10.14198/MEDCOM000018.

Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7706797>.

HALKOS, George y GKAMPOURA, Eleni, 2020. Reviewing Usage, Potentials, and Limitations of Renewable Energy Sources. *Energies* [en línea], vol. 13, no. 11.

DOI <https://doi.org/10.3390/en13112906>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/13/11/2906>.

HERNÁNDEZ, Luis, GALLARDO, Sara y ALONSO, Víctor, 2019. A review of photovoltaic systems: Design, operation and maintenance. *Solar Energy* [en línea], vol. 188, no. 1. DOI <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.06.017>.

Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X19305912>.

HERNÁNDEZ, Roberto y MENDOZA, Christian, 2018. *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. S.I.: Edamsa Impresiones S.A. [Consulta: 4 octubre 2022]. ISBN 9781456260965.

Disponible en: http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/SampieriLasRutas.pdf.

KURZ, Dariusz y NOWAK, Ágata, 2023. Analysis of the Impact of the Level of Self-Consumption of Electricity from a Prosumer Photovoltaic Installation on Its Profitability under Different Energy Billing Scenarios in Poland. *Energies* [en línea], vol. 16, no. 2, pp. 946. [Consulta: 26 mayo 2023]. ISSN 1996-1073. DOI 10.3390/EN16020946.

Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/2/946/htm>.

LESKINEN, Niina, VIMPARI, Jussi y JUNNILA, Seppo, 2020. The impact of renewable on-site energy production on property values. *Journal of European Real Estate Research* [en línea], vol. 13, no. 3, pp. 337-356. [Consulta: 24 mayo 2023]. ISSN 17539277. DOI 10.1108/JERER-11-2019-0041/FULL/PDF.

Disponible en: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/JERER-11-2019-0041/full/html>.

LOOR, William, QUIROZ, Luis, Llosas. Análisis termográfico y su incidencia en los indicadores de mantenimiento de redes y equipos para la S/E Portoviejo #1, Unidad de Negocios Manabí. *Dominio Ciencias* [en línea], vol. 7, no. 3, pp 848-

876. [Consulta: 25 mayo 2023]. ISSN: 2477-8818. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8229741>
- MATIUS, Maryon, MOHD, Ismail, YAN, Farm, AMALUDIN, Adriana, RADZALI, Mohd, FAZLIZAN, Adzrie y MUZAMMIL, Wan, 2021. On the Optimal Tilt Angle and Orientation of an On-Site Solar Photovoltaic Energy Generation System for Sabah's Rural Electrification. *Sustainability* [en línea], vol. 13, no. 10. DOI <https://doi.org/10.3390/su13105730>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/10/5730>.
- MAZZEO, Domenico, MATERA, Nicoletta, DE LUCA, Pierangelo, BAGLIVO, Cristina, CONGEDO, Paolo María y OLIVETI, Giuseppe, 2021. A literature review and statistical analysis of photovoltaic-wind hybrid renewable system research by considering the most relevant 550 articles: An upgradable matrix literature database. *Journal of Cleaner Production*, vol. 295, pp. 126070. ISSN 0959-6526. DOI 10.1016/J.JCLEPRO.2021.126070.
- MEJÍA Eduar, 2019. Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para el suministro de energía eléctrica al laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad Politécnica Amazónica. *Revista Científica Pakamuros*, vol. 7, no. 2, pp. 73-88. ISSN 2522-3240. DOI 10.37787/PAKAMUROS-UNJ.V7I2.95.
- MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, 2011. Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Electrificación Rural, a Nivel de Perfil. [en línea]. S.I.: Disponible en: https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/energia/Diseno_ELECTRIFICACION_RURAL_corregido.pdf.
- MUÑOZ, Juan Jose. 2019. Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz de la empresa Molino Chiclayo S.A.C. para incrementar la productividad. Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo.
- MULUGETA, Lijalem, 2021. Productivity improvement through lean manufacturing tools in Ethiopian garment manufacturing company. Mulugeta, Lijalem. *Materials Today: Proceedings*, Vol. 37.
- ÑAUPAS, Humberto, VALDIVIA, Marcelino, PALACIOS, Jesús y ROMERO, Hugo, 2018. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5. México: Ediciones de la U.

[Consulta: 4 octubre 2022]. Disponible en: https://edicionesdelau.com/wp-content/uploads/2018/09/Anexos-Metodologia_Naupas_5aEd.pdf.

OROZCO, Kevin y ORDÓÑEZ, Ángel, 2020. Diseño e implementación de una red de sensores para el monitoreo de los niveles de radiación solar en la ciudad de Loja. *MASKAY* [en línea], vol. 10, no. 1. DOI <https://doi.org/10.24133/maskay.v10i1.1523>. Disponible en: <https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/maskay/article/view/1523>.

PAKURÁR, Mikiós, 2019. The Service Quality Dimensions that Affect Customer Satisfaction in the Jordanian Banking Sector. *Sustainable Financial Markets*, 2019, Vol. 11.

RAMÍREZ, Carlos, 2016. Dimensionado de una estación para carga de dispositivos móviles a base de energía solar fotovoltaica. 1, Juárez: Culcyt Sustentabilidad, 2016, Vol. 59. 1.

RAMOS, Marco A, 2023. Easibility evaluation of a photovoltaic system in a family home, in San Antonio de Oriente Francisco Morazán, Honduras. *Universidad y Sociedad* [en línea], vol. 15, no. 3. Disponible en: <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85161955574&origin=resultslist&sort=plf-f&src=s&sid=3de027fb75283b41f609b41d4033f91a&sot=b&sdt=b&s=TITLE-ABS-KEY%28sistema+fotovoltaico%29&sl=35&sessionSearchId=3de027fb75283b41f609b41d4033f91a>.

RÚA, Edwin, MENDOZA, Iván, TORRES, Edison, FLORÉZ, Elkin y SERRANO, Juan, 2021. Banco de pruebas didáctico para aprendizaje y medición del rendimiento de paneles solares fotovoltaicos. *Revista UIS Ingenierías* [en línea], vol. 20, no. 2. DOI <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n2-2021001>. Disponible en: <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistausingenierias/article/view/10851>.

SART, Wilfried y Van, Sark, 2019. Photovoltaic System Design and Performance. *Energies* [en línea], vol. 12, no. 10. DOI <https://doi.org/10.3390/en12101826>. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/12/10/1826>.

- SIERRA, Maritza, MADRIZ, Delia y CASTILLO, María. 2018. Sistema de gestión de la productividad del sector servicio en el municipio San Cristóbal del estado Táchira. *Revista ciencia Unemi*, 2018, Vol. 11(26)
- TARIGAN, Eliser, 2019. The Effect of Dust on Solar PV System Energy Output Under Urban Climate of Surabaya, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series* [en línea], vol. 1, no. 1. DOI 10.1088/1742-6596/1373/1/012025. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1373/1/012025>.
- TORETI, Leticia, ARNS, Giuliano y RAMBO, Carlos R, 2021. Overirradiance effect on the electrical performance of photovoltaic systems of different inverter sizing factors. *Solar Energy* [en línea], vol. 225, pp. 561-568. [Consulta: 24 mayo 2023]. ISSN 0038-092X. DOI 10.1016/J.SOLENER.2021.07.055. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X21006253>.
- URGILÉS, Edison X, 2019. *Diseño, modelado e implementación de un sistema fotovoltaico para la capilla de la comunidad Macas alto de la parroquia Quingeo del cantón Cuenca*. S.I.: Tesis de pregrado, Universidad Católica de Cuenca.
- URIOL, José L, 2020. Estudio de la viabilidad técnica y económica de un sistema de suministro fotovoltaico con respaldo en la red eléctrica en la empresa El Chalán S.A.C. [en línea]. Piura: [Consulta: 24 mayo 2023]. Disponible en: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4773/MAS_IME_SEM_2001.pdf?sequence=4&isAllowed=y.
- VASQUEZ, Henry E, 2020. Generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos para reducir el costo por consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional del Centro del Perú. *Universidad Nacional del Centro del Perú Generación eléctrica con sistemas fotovoltaicos para reducir el costo por consumo de energía eléctrica de la Universidad Nacional del Centro del Perú* [en línea]. Huancayo: [Consulta: 26 mayo 2023]. Disponible en: https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6002/T010_73307904_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- VEGA, Kenneth, PIEDRA, Juan F y RICHMOND, Gustavo, 2019.

Dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos mediante una interfaz gráfica. *Revista Tecnología en Marcha* [en línea], vol. 32, no. 3, pp. 66-78. [Consulta: 24 mayo 2023]. ISSN 0379-3982. DOI 10.18845/TM.V32I2.4350. Disponible en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0379-39822019000300066&lng=en&nrm=iso.

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de operacionalización de variables

| Variables | Definición conceptual | Definición operacional | Dimensiones | Indicadores | Escala de medición |
|---|--|---|--------------------------------------|--|--------------------|
| | | | | Radiación solar incidente en la superficie $E = A * H$ | |
| | | | Radiación solar | Legenda: E: Radiación solar A: Área de la superficie expuesta al sol H: Radiación solar global o irradiación solar global horizontal | De razón |
| | | | | Número de paneles fotovoltaicos $NP_{total} = \frac{E_{diaria} * 1,3}{HPS * W_p}$ | |
| | | El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico se entiende como el método que se emplea para generar energía solar fotovoltaica considerando la radiación solar de la zona, para ello se utiliza una determinada cantidad de paneles fotovoltaicos, inversores, baterías y reguladores de cargas, esto quiere decir que el método empleado es el cálculo tradicional (Vega, Piedra y Richmond, 2019). | | Legenda: NP_{total} : Número total de paneles solares E_{diaria} : Consumo de energía diaria Wh-día HPS : Hora solar pico del mes con menor radiación W_p : Potencia en watts del panel solar | De razón |
| Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico | Aquel sistema con base a energía solar que convierte la energía recibida en la tierra por el sol para utilizarla como electricidad, siendo un proceso que se ocasiona mediante el efecto fotovoltaico (Gavilanez et al. 2020). | | Elementos necesarios para generación | Número de inversores $N_{inv} = \frac{Cap_{inv}}{P_{inv}}$ | |
| | | | | Legenda: N_{inv} : Número de inversores Cap_{inv} : Capacidad nominal del controlador en Amp. P_{inv} : Potencia del inversor | De razón |
| | | | | Número de Baterías $NB_T = NB_S * NB_P$ | |
| | | | | Legenda: NB_T : : Número de baterías NB_S : Número de baterías en serie NB_P : Número de baterías en paralelo | De razón |

| | | | | | |
|----------------------------------|--|--|--|--|----------|
| | | | Costo de energía eléctrica | <p>Potencia eléctrica diaria</p> $E_{consumida} = \sum_{i=1}^N (Horas\ al\ día) * (Potencia\ kW)$ <p>Leyenda: N: Número equipos que consume energía eléctrica</p> | De razón |
| Facturación de energía eléctrica | <p>El proceso de calcular el precio que hay que pagar por el uso de la energía durante un determinado periodo de tiempo se conoce como facturación de la electricidad. Dependiendo del país y del proveedor de energía (Arróliga y Betanco, 2022).</p> | <p>Para la reducción del consumo en la facturación de energía eléctrica es necesario caracterizar la energía eléctrica con el fin de establecer el costo beneficio para detectar potenciales acciones de mejoras, determinar el consumo eléctrico con el fin de identificar el porcentaje de energía eléctrica renovable facturada y determinar el costo de energía eléctrica a fin de identificar el comportamiento del consumo eléctrico (Arróliga y Betanco, 2022).</p> | Volumen de energía renovable facturada | <p>Cantidad de energía renovable aprovechable</p> $CERF = \left(\frac{ERH}{ETF}\right) * \%EF$ <p>Leyenda: CERF: Volumen energía renovable aprovechable ETF: Energía total consumida ERG: Energía renovable producida %EF: Porcentaje de energía renovable</p> | De razón |
| | | | Costo beneficio de autogeneración de energía eléctrica | <p>Costo-Beneficio</p> $C/B = (ITN)/CT$ <p>Leyenda: C/B: Costo-beneficio ITN: Ingresos totales neto CT: Costos totales</p> | De razón |

Dimensión 2: Elementos necesarios para generación

Indicador 1: Número de paneles fotovoltaicos

| Investigador | Morales Cutipa, Alex Jenry Pilco Incacoña, Daniel | | | |
|---|---|---|----------------------|---------------------------|
| Lugar de investigación | Municipalidad Distrital El Algarrobal | | | |
| Descripción | Es la cantidad de paneles fotovoltaicos necesarios para garantizar la producción de energía diaria requerida durante el diseño. | | | |
| Variable | | Fórmula | | |
| Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico | | $NP_{total} = \frac{E_{diaria} * 1,3}{HPS * W_p}$ <p>Donde: NP_{total}: Número total de paneles solares E_{diaria}: Consumo de energía diaria Wh-día HPS: Hora solar pico del mes con menor radiación W_p: Potencia en watts del panel solar</p> | | |
| Indicador | Medida | | | |
| Número de paneles fotovoltaicos | Razón | | | |
| ÍTEM | <i>Ediaria</i> | <i>HPS</i> | <i>W_p</i> | <i>NP_{total}</i> |
| | | | | |
| Resultado | | | | |

Indicador 2: Número de inversores

| Investigador | Morales Cutipa, Alex Jenry Pilco Incacoña, Daniel | | | |
|---|---|--|-----------|--|
| Lugar de investigación | Municipalidad Distrital El Algarrobal | | | |
| Descripción | Resulta ser clave para cumplir con los requerimientos y lograr la configuración del sistema fotovoltaico, debido a que permite la conversión de energía continua a corriente alterna para que sea utilizada por el usuario. | | | |
| Variable | | Fórmula | | |
| Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico | | $N_{inv} = \frac{Cap_{inv}}{P_{inv}}$ <p>Donde: N_{inv}: Número de inversores Cap_{inv}: Capacidad nominal del controlador en Amp. P_{inv}: Potencia del inversor</p> | | |
| Indicador | Medida | | | |
| Número de inversores | Razón | | | |
| ÍTEM | P_{inv} | Cap_{inv} | N_{inv} | |
| Resultado | | | | |

Indicador 3: Número de Baterías

| Investigador | Morales Cutipa, Alex Jenry Pilco Incacoña, Daniel | | | |
|---|--|---|--------|--|
| Lugar de investigación | Municipalidad Distrital El Algarrobal | | | |
| Descripción | En el presente estudio se considera las baterías estacionarias al permitir acumular mayor energía eléctrica durante el intervalo de radiación solar. | | | |
| Variable | | Fórmula | | |
| Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico | | $NB_T = NB_S \times NB_P$ <p>Donde: NB_T : Número de baterías NB_S: Número de baterías en serie NB_P: Número de baterías en paralelo</p> | | |
| Indicador | Medida | | | |
| Número de Baterías | Razón | | | |
| ÍTEM | NB_P | NB_S | NB_T | |
| | | | | |
| Resultado | | | | |

Instrumentos de variable dependiente: Facturación de energía eléctrica

Dimensión 1: Costo de energía eléctrica.

Indicador 1: Potencia eléctrica requerida

| Investigador | Morales Cutipa, Alex Jenry Pilco Incacoña, Daniel | |
|----------------------------------|--|---|
| Lugar de investigación | Municipalidad Distrital El Algarrobal | |
| Descripción | Se refiere al proceso de calcular el precio que hay que pagar por el uso de la energía durante un determinado periodo de tiempo. | |
| Variable | | Fórmula |
| Facturación de energía eléctrica | | $Potencia\ requerida = \frac{CM}{N}$ <p>Leyenda: Pr: Potencia requerida CM: Consumo mensual (kWh) N: N° de días al mes</p> |
| Indicador | Medida | |
| Potencia eléctrica requerida | Razón | |

| Descripción | Cantidad | Potencia (kW.h.) | Horas al día | N° de días al mes | Uso de horas al mes | Consumo mensual kWh/mes | Potencia requerida |
|---------------|----------|------------------|--------------|-------------------|---------------------|-------------------------|--------------------|
| CPU | 20 | 0.35 | 8 | 20 | 160 | 1120 | 56 |
| MONITOR | 20 | 0.05 | 8 | 20 | 160 | 160 | 8 |
| AACC | 4 | 2.4 | 4 | 20 | 80 | 768 | 38.4 |
| IMPRESORA | 13 | 0.5 | 2 | 20 | 40 | 260 | 13 |
| FOTOCOPIADORA | 5 | 0.005 | 2 | 20 | 40 | 1 | 0.05 |
| MICROONDAS | 1 | 0.1 | 1 | 20 | 20 | 2 | 0.1 |
| LAPTOP | 14 | 0.2 | 4 | 20 | 80 | 224 | 11.2 |
| VENTILADOR | 3 | 0.075 | 8 | 20 | 160 | 36 | 1.8 |
| LUMINARIA | 26 | 0.2 | 6 | 20 | 120 | 624 | 31.2 |
| AACC 24000BTU | 1 | 0.4 | 5 | 20 | 100 | 40 | 2 |
| Total | | | | | 960 | 3235 | 161.75 |

Anexo 3: Evaluación por juicio de expertos, formato UCV.

GONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO 1

Yo **Rufo Quispe Ccasa** con DNI N° **48052267** Ingeniero en Electrónica CIP N° **295900** de profesión **Ingeniero Electrónico** desempeñándome como **Supervisor Técnico** en **Netaxion S.A.C. - Mina Quellaveco**.

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: **“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad distrital el Algarrobal, Ilo, 2023.”** Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MORALES CUTIPA ALEX JENRY
- PILCO INCACOÑA DANIEL

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | ✓ | | |
| 2. Objetividad | | | ✓ | | |
| 3. Actualidad | | | ✓ | | |
| 4. Organización | | | ✓ | | |
| 5. Suficiencia | | | ✓ | | |
| 6. Intencionalidad | | | ✓ | | |
| 7. Consistencia | | | ✓ | | |
| 8. Coherencia | | | ✓ | | |
| 9. Metodología | | | ✓ | | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de **Moquegua** el día **19** del mes de **Agosto** del año **2023**

Ing. : Electrónico

DNI 48052267

Especialidad : Electrónica E-mail

E-mail :ruepiec@hotmail.com

FIRMA :



CIP. 295900

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO 2



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo **Raul Alberto Arteaga Rengifo** con DNI N° 40176282. **Ingeniero Mecánico Eléctrico. CIP N° 300466** de profesión **Ing. Mecánico Electricista** desempeñándome como **Docente Ept Mecanica Ceba Virgen de la Natividad**

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

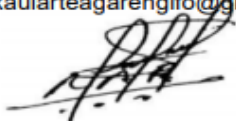
Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad distrital el Algarrobal, Ilo, 2023.**". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- MORALES CUTIPA ALEX JENRY
- PILCO INCACOÑA DANIEL

| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | X | | |
| 3. Actualidad | | | X | | |
| 4. Organización | | | X | | |
| 5. Suficiencia | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | | | X | | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | X | | |
| 9. Metodología | | | x | | |

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ...**Moquegua** ... el día ...**08** ... del mes de ...**Agosto** ... del año ... **2023** ...

Ing. : Raul Alberto Arteaga Rengifo
DNI : 40176282
Especialidad : Ing Mecanico Electricista.
E-mail : Raularteagarengifo@gmail.com
Firma :



GONSTANCIA DE VALIDACIÓN DE EXPERTO 3



CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo ... **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO** ... con DNI N° ... 09599387.... **MAGISTER**... EN ... **ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE NEGOCIOS** ... CIP N° 208704 ... de profesión ... **INGENIERO MECÁNICO** ... desempeñándome como ... **DOCENTE UNIVERSITARIO** ... en ... **LA UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO** ...

Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de Validación los instrumentos:

- **GUÍA DE ANÁLISIS DOCUMENTAL**

Del trabajo de PLAN DE TESIS titulado: "**Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir la facturación de energía eléctrica consumida en la Municipalidad distrital el Algarrobal, Ilo, 2023.**". Elaborado y presentado por los estudiantes:

- **MORALES CUTIPA ALEX JENRY**
- **PILCO INCACOÑA DANIEL**

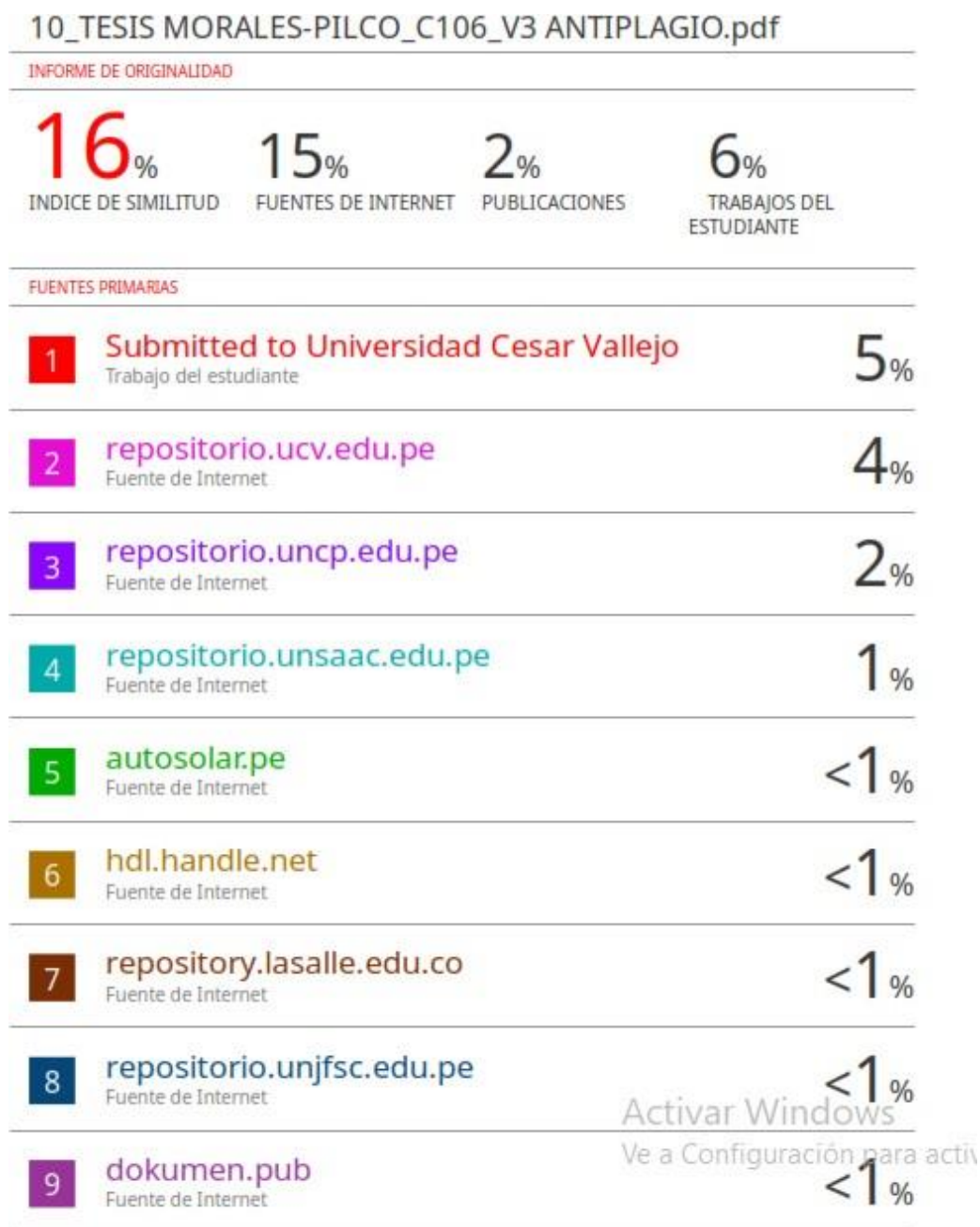
| INDICADORES | DEFICIENTE | ACEPTABLE | BUENO | MUY BUENO | EXCELENTE |
|--------------------|------------|-----------|-------|-----------|-----------|
| 1. Claridad | | | X | | |
| 2. Objetividad | | | X | | |
| 3. Actualidad | | | X | | |
| 4. Organización | | | X | | |
| 5. Suficiencia | | | X | | |
| 6. Intencionalidad | | | X | | |
| 7. Consistencia | | | X | | |
| 8. Coherencia | | | X | | |
| 9. Metodología | | | X | | |











En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de ... **Trujillo** ... el día ... **6** ... del mes de ... **Agosto** ... del año ... **2023** ...

Mg. : **EDWIN HUBER CUADROS CAMPOSANO**
DNI : **09599387**
Especialidad : **INGENIERÍA MECÁNICA**
E-mail : ecuadrosc@puvp.pe

Edwin Huber Cuadros Camposano
ING. MECANICO
R. CIP. N° 208704

Anexo 4: Resultado de similitud del programa Turnitin.



| | | |
|----|--|---|
| DJ | Submitted to Instituto Superior Tecnológico Rum iñah ui TrabaJo del estudiante |  |
| m | repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet |  |
| m | repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet |  |
| m | logistica.enfasis.com Fuente de Internet |  |
| m | prezi.com Fuente de Internet |  |
| m | www.researchgate.net Fuente de Internet |  |
| m | www.theibfr.com Fuente de Internet |  |
| m | www.wccsolar.net Fuente de Internet |  |
| m | energia.mecon.gov.ar Fuente de Internet |  |
| DJ | tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet |  |
| fl | doku.pub Fuente de Internet |  |
| m | repositorio.utp.edu.pe | |

Fuente de Internet

<1 %

m

Teves de Almeida, Rita Hogan . "Large Power Hybrid PV Pumping for Irrigation", Universidade de Lisboa (Portugal), 2020
Publicación

<1 %

11

www.startupgrind.com
Fuente de Internet

<1 %

11

Mirian Patricia Sangoluisa-Tipan, Cristian Santacruz, Marcelo Salvador. "Efecto del método de extracción de antocianinas de la flor de Jamaica (Hibiscus sabdariffa) en la eficiencia de celdas solares sensibilizadas", ACIA Avances en Ciencias e Ingenierías, 2019
Publicación

<1 %

ti

www.archive.org
Fuente de Internet

<1 %

Fa

www.knowledgeatwharton.com.es
Fuente de Internet

<1 %

<1 %

m

pingpdf.com
Fuente de Internet

FI

pt.scribd.com
Fuente de Internet










<1 %


11

www.energycommunity.org
Fuente de Internet


Activar [V](#) [II](#) :>WS

Ver a S: onr gulac <: **1** ad

| | | |
|----|---|---|
| m | José Adán Caballero -Vázquez,María Eugenia Vega-Cendejas."Spat ial patterns of diversity at local and regional scales in a tropical lagoon", Neotropical Ichthyology, 2012 Publicación |  |
| 11 | com unidadcolom bianads.com Fuentede fntemet |  |
| m | rabida.uhu.es Fuentede Intemet |  |
| m | www.covert alavera.com Fuentede Intemet |  |
| m | www.granpyme.com Fuentede fntemet |  |
| 11 | ww w. hi dr oven.g ov.ve Fuentede Intemet |  |
| m | www.inform eruralpamp eano.com.ar Fuentede Intemet |  |
| m | www.publicnow.com Fuentede fntemet |  |
| m | www.spell.org.br Fuentede Intemet |  |
| m | www.upo.es Fuentede fntemet |  |

 "Inter-American Yearbook on Human Rights / Anuario Interamericano de Derechos Humanos, Volume 33 (2017)", Brill, 2018
Publicación

 Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE
Trabajo del estudiante

 Lira Legrand, María Fe. "Conocimiento Sobre la Dificultad Específica de Aprendizaje de la Lectura (Deal) en Docentes del Nivel Primario de Instituciones Educativas Públicas y Privadas del Distrito de la Molina", Pontificia Universidad Católica del Perú (Peru), 2023
Publicación

 iei.ua.es
Fuente de Internet

 jalayo.blogspot.com
Fuente de Internet

 lutron.com
Fuente de Internet

 repository.usta.edu.co
Fuente de Internet

 snes45.anes.org.mx
Fuente de Internet


 www.landaction.org
Fuente de Internet

Activar Windows
Vea configuración para activar




 www.neumomadrid.org
Fuente de Internet

 www.renovavei-smagazine.pt
Fuente de Internet

 www.scribd.com
Fuente de Internet



 www.seridom.com
Fuente de Internet

 [Álvia García Borrás. "Estudio hidrotérmico de cubiertas ajardinadas. Análisis y recomendaciones de diseño para una mayor eficiencia energética", Universitat Politècnica de València, 2023](#)
Publicación

 u.s.us.es
Fuente de Internet

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias Apagado

Excluir bibliografía

Activo

Anexo 5: Evidencia de envío para la publicación del artículo científico.

TECNIA – Revistas científicas

<https://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/2068>

[tecnia] Acuse de recibo del envío Recibidos 



Gestor Revist... 7:32 p. m.
para mí ▾



Estimado(a) Alex Jenry Morales Cutipa:

Gracias por enviar su artículo "REDUCCIÓN DEL COSTO DE FACTURACIÓN ELÉCTRICA EN UNA MUNICIPALIDAD A TRAVÉS DE PANELES FOTOVOLTAICOS" a TECNIA. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea (OJS-UNI) que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: <https://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/tecnia/authorDashboard/submission/2068>
Nombre de usuario/a: 0009-0007-0026-3344

Su artículo pasará ahora a revisión del cumplimiento estricto del formato TECNIA. De no ser así, se le pedirá que envíe nuevamente su trabajo.

Cumplido esta etapa, su artículo pasará a la revisión de evaluadores de rigor científico. Tomar en cuenta que el tiempo promedio para recibir una notificación con la 1era evaluación de su artículo es de 90 días.

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto a través del correo revistas@uni.edu.pe. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

Gestor Revistas UNI

Anexo 6: Autorización de la empresa donde realiza la tesis

SOLICITO: Permiso para realizar Trabajo de Investigación para optar el grado de Título

SEÑOR:

**FLORENTINO NINA FERNÁNDEZ
ALCALDE DEL DISTRITO DE EL ALGARROBAL - ILO**

Yo, **PILCO INCACOÑA DANIEL**, identificada con DNI N° 73476928, con domicilio AAHH 24 octubre Mz: 11 LT 02 / **MORALES CUTIPA ALEX JENRY** con DNI N° 75537048, con domicilio Alto Chiribaya Mz: 89 lt: 07, de la Provincia de Ilo. Ante Ud. respetuosamente me presento y expongo:

Que, habiendo culminado la carrera profesional de **ING. MECANICA ELECTRICA**, solicito a Ud. permiso para realizar trabajo de Investigación en su Institución sobre **"DIMENSIONAMIENTO DE PANELES FOTOVOLTAICOS PARA DISMINUIR LA FACTURACION DE LA ENERGIA ELECTRICA CONSUMIDA EN LA MUNICIPALIDAD DISTRITAL EL ALGARROBAL"** para optar el grado de **INGENIERO**.

POR LO EXPUESTO:

Ruego a usted acceder a mi solicitud.

ILO, 30 de MAYO del 2023



Daniel Pilco Incacoña
DNI N° 73476928

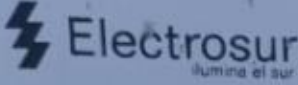


Alex Morales Cutipa
DNI N° 75537048



.....
Florentino Nina Fernández
ALCALDE

Anexo 7: Recibo de luz de la Municipalidad Distrital El Algarrobal



RECIBO N° S300 - 1084215

Empresa Regional de Servicio Público de Electricidad
Electrosur S.A.
Calle Zela 408 - Tacna
Avenida Andrés Bello y Cáceres s/n, Moquegua
Jirón Junín 306, Ilo
R.U.C. 2011925549

Para consultas su número de cliente es:
310006887

ALIMENTADOR: 0-194 SUBESTACIÓN: 5177
MES FACTURADO Mayo-2023

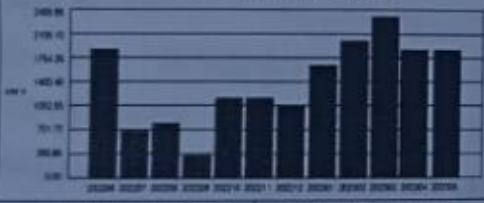
| DATOS DEL CLIENTE | |
|-------------------|--|
| NOMBRE: | CONC.DIST.ALGARROBAL |
| RUC: | 20154491298 |
| DIRECCIÓN: | VALLE |
| DPTO/PROV: | MOQUEGUAYLO/EL ALGARROBAL |
| RUTA: | 31-04-220-001100 N° MEDIDOR: 605634736 |

| DATOS TÉCNICOS | |
|----------------|---|
| TARIFA: | BT5B - NO RESIDENCIAL ACOMETIDA: AEREA |
| POTENCIA: | 1.20 kW TENSIÓN: 220 V - BT |
| MEDIDOR: | MONOFASICO-ELECTRONICO-2-Haz CONEXIÓN: C.1.1 |
| SISTEMA: | 0110 - ILO (633-33-Hilo 04 (123_2) SEC. TÍPICO: 2 |

| DETALLE DEL CONSUMO | |
|------------------------|--------------------|
| LECTURA ACTUAL: | 118850 08 May 2023 |
| LECTURA ANTERIOR: | 117003 08 Abr 2023 |
| DIFERENCIA DE LECTURA: | 1.847.00 kWh |
| CONSUMO FACTURADO: | 1647.00 kWh |
| FACTOR: | 1.00 |
| PRECIO UNIT. \$/ kWh: | 0.7553 |

Afecto a Recargo Ley 27510 FOSE, Monto \$/ 47.42

EVOLUCION DE CONSUMO DE ENERGIA



Monto 202302 \$/ 2221.30 Monto 202304 \$/ 1521.30

| DETALLE FACTURACIÓN | |
|---|----------------|
| CONCEPTO | IMPORTE \$/ |
| ALUMBRADO PUBLICO (Alcudia AP: 5/ 0.6779) | 94.91 |
| CARGO FUD | 4.11 |
| ENERGIA | 1365.04 |
| INTERESES COMPENSATORIOS | 6.84 |
| MANTENIMIENTO Y REPOSICION DE LA CONEXION | 1.38 |
| SUBTOTAL | 1502.26 |
| IGV 18% | 270.41 |
| OTROS PAGOS | |
| DEUDA 1 MESES ANTERIORES | 1821.30 |
| INTERES MORATORIO | 0.41 |
| LEY 28748 ELECTRIFICACION RURAL | 16.29 |
| REDONDEO DEL MES | -0.07 |

| | | |
|--------------------|--------------------|-------------------|
| FECHA EMISIÓN | FECHA VENCIMIENTO | TOTAL A PAGAR \$/ |
| 10 may 2023 | 25 may 2023 | ***3612.60 |

SON : TRES MIL SEISCIENTOS DOCE CON 60/100 SOLES

MENSAJES

MESES DEUDA SUMINISTRO EN CORTE 1

CORTE

Fecha Corte : 26-may-2023

Pago en entidades bancarias hasta 02 días antes del vencimiento

| | | | |
|----------------------|------------|-------------|-------------|
| Proxima Facturación: | F. Lectura | F. Factur. | F. Pago |
| Jun-2023 | 8-jun-2023 | 10-jun-2023 | 26-jul-2023 |

Estruado cliente pague su recibo en agencias de CMAC Tacna, CMAC Cusco, agentes de CMAC Arequipa, y ahora tambien lo puedes hacer a través de YAPE

PAGUE SÓLO EN CENTROS AUTORIZADOS NO AL MENSAJERO


| | |
|---------------|--------------|
| MES FACTURADO | Mayo-2023 |
| TOTAL \$/ | ****3.612.60 |
| VENCIMIENTO | 25 may 2023 |

310006887

CONC.DIST.ALGARROBAL

001 - 33 - ILO/EL ALGARROBAL

55300 - 1084215 2023001000001046888



31-04-220-001100

Anexo 8: Medición de la radiación kWh/m²/día en 2020

| Día | 2020 | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Día 1 | 8.35 | 8.68 | 7.75 | 6.76 | 5.86 | 5.25 | 5.41 | 5.83 | 6.41 | 7.54 | 8.45 | 8.65 |
| Día 2 | 8.38 | 8.5 | 7.81 | 6.81 | 5.82 | 5.31 | 5.41 | 5.91 | 6.85 | 7.69 | 8.59 | 8.74 |
| Día 3 | 8.43 | 8.42 | 7.89 | 6.82 | 5.8 | 5.21 | 5.37 | 5.84 | 6.98 | 7.8 | 8.54 | 8.83 |
| Día 4 | 8.47 | 8.26 | 8.02 | 6.83 | 5.9 | 5.28 | 5.42 | 5.89 | 7.07 | 7.64 | 8.43 | 8.72 |
| Día 5 | 8.53 | 8.4 | 7.85 | 6.84 | 5.94 | 5.23 | 5.41 | 6.07 | 7 | 7.73 | 8.4 | 8.64 |
| Día 6 | 8.56 | 8.37 | 7.83 | 6.74 | 5.9 | 5.06 | 5.21 | 5.98 | 7.04 | 7.72 | 8.45 | 8.62 |
| Día 7 | 8.58 | 8.33 | 7.75 | 6.79 | 6.04 | 5.11 | 5.36 | 5.9 | 6.89 | 7.74 | 8.2 | 8.68 |
| Día 8 | 8.58 | 8.29 | 7.68 | 6.71 | 5.91 | 5.24 | 5.46 | 6.07 | 7.01 | 7.78 | 8.22 | 8.76 |
| Día 9 | 8.65 | 8.17 | 7.46 | 6.79 | 5.8 | 5.16 | 5.47 | 6.16 | 7.24 | 7.95 | 8.41 | 8.85 |
| Día 10 | 8.64 | 8.03 | 7.32 | 6.72 | 5.83 | 5.12 | 5.57 | 6.22 | 7.09 | 7.99 | 8.52 | 8.75 |
| Día 11 | 8.6 | 7.99 | 7.46 | 6.72 | 5.84 | 5.02 | 5.56 | 6.29 | 7.11 | 7.97 | 8.74 | 8.59 |
| Día 12 | 8.45 | 7.8 | 7.32 | 6.69 | 5.75 | 5.1 | 5.61 | 6.22 | 7.25 | 7.78 | 8.75 | 8.65 |
| Día 13 | 8.25 | 8.03 | 7.28 | 6.79 | 5.77 | 5.14 | 5.56 | 6.33 | 6.92 | 7.83 | 8.82 | 8.68 |
| Día 14 | 8.35 | 8.02 | 7.28 | 6.7 | 5.75 | 4.99 | 5.53 | 6.3 | 6.63 | 8.16 | 8.73 | 8.7 |
| Día 15 | 8.26 | 7.83 | 7.32 | 6.7 | 5.84 | 5.02 | 5.57 | 6.26 | 6.85 | 7.91 | 8.9 | 8.62 |
| Día 16 | 8.48 | 8.02 | 7.27 | 6.69 | 5.72 | 4.98 | 5.58 | 6.28 | 7.24 | 7.74 | 8.76 | 8.7 |
| Día 17 | 8.35 | 8.04 | 7.21 | 6.7 | 5.67 | 5.08 | 5.49 | 6.24 | 7.45 | 8.22 | 8.58 | 8.69 |
| Día 18 | 8.17 | 7.86 | 7.09 | 6.61 | 5.75 | 5.32 | 5.49 | 6.3 | 7.41 | 8.15 | 8.8 | 8.7 |
| Día 19 | 8.18 | 7.77 | 7.18 | 6.48 | 5.65 | 5.29 | 5.47 | 6.37 | 7.45 | 8.19 | 8.9 | 8.7 |
| Día 20 | 7.82 | 7.56 | 7.27 | 6.51 | 5.77 | 5.24 | 5.49 | 6.3 | 7.46 | 8.27 | 8.88 | 8.63 |
| Día 21 | 7.97 | 7.63 | 7.32 | 6.6 | 5.64 | 5.37 | 5.47 | 6.3 | 7.5 | 8.1 | 8.81 | 8.58 |
| Día 22 | 8.09 | 7.78 | 7.38 | 6.53 | 5.7 | 5.37 | 5.53 | 6.33 | 7.66 | 8.1 | 8.62 | 8.47 |
| Día 23 | 8.11 | 7.64 | 7.2 | 6.46 | 5.8 | 5.32 | 5.56 | 6.25 | 7.48 | 8.2 | 8.49 | 8.3 |
| Día 24 | 8.22 | 7.78 | 7.15 | 6.34 | 5.67 | 5.35 | 5.64 | 6.26 | 7.61 | 8.35 | 8.52 | 8.45 |
| Día 25 | 8.09 | 7.79 | 7.18 | 6.36 | 5.55 | 5.3 | 5.67 | 6.33 | 7.55 | 8.32 | 8.68 | 8.41 |
| Día 26 | 8.25 | 7.79 | 7.13 | 6.28 | 5.46 | 5.32 | 5.92 | 6.44 | 7.63 | 8.37 | 8.62 | 8.23 |
| Día 27 | 8.3 | 7.95 | 7.15 | 6.01 | 5.39 | 5.38 | 5.91 | 6.46 | 7.69 | 8.52 | 8.64 | 8.37 |
| Día 28 | 8.42 | 7.91 | 7.14 | 6.15 | 5.36 | 5.37 | 5.92 | 6.68 | 7.7 | 8.49 | 8.49 | 8.01 |
| Día 29 | 8.42 | 7.85 | 6.94 | 6.2 | 5.34 | 5.35 | 5.9 | 6.69 | 7.61 | 8.5 | 8.51 | 8.12 |
| Día 30 | 8.52 | | 6.83 | 5.91 | 5.22 | 5.44 | 5.79 | 6.55 | 7.51 | 8.56 | 8.46 | 8.56 |
| Día 31 | 8.5 | | 6.84 | | 5.19 | | 5.93 | 6.45 | | 8.44 | | 8.41 |
| Promedio | 8.35 | 8.02 | 7.36 | 6.57 | 5.70 | 5.22 | 5.57 | 6.24 | 7.24 | 8.06 | 8.60 | 8.57 |

Anexo 9: Medición de la radiación kWh/m²/día en 2021

| Día | 2021 | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Día 1 | 8.37 | 8.42 | 7.71 | 6.86 | 6.25 | 5.55 | 5.26 | 5.72 | 6.55 | 7.91 | 8.44 | 8.83 |
| Día 2 | 8.6 | 8.24 | 7.8 | 6.96 | 6.12 | 5.5 | 5.3 | 5.65 | 6.8 | 7.91 | 8.64 | 8.56 |
| Día 3 | 8.49 | 8.31 | 7.67 | 6.8 | 5.81 | 5.32 | 5.29 | 5.75 | 6.81 | 8 | 8.36 | 8.48 |
| Día 4 | 8.59 | 8.05 | 7.58 | 6.61 | 5.87 | 5.31 | 5.26 | 5.76 | 6.9 | 7.86 | 8.45 | 8.51 |
| Día 5 | 8.61 | 8.06 | 7.69 | 6.7 | 5.85 | 5.36 | 5.2 | 5.89 | 6.97 | 7.55 | 8.51 | 8.28 |
| Día 6 | 8.6 | 8.24 | 7.68 | 6.9 | 5.84 | 5.41 | 5.18 | 6.01 | 6.84 | 7.51 | 8.6 | 8.28 |
| Día 7 | 8.42 | 8.12 | 7.74 | 6.9 | 5.75 | 5.35 | 5.33 | 5.97 | 6.79 | 7.63 | 8.51 | 8.32 |
| Día 8 | 8.48 | 8.15 | 7.8 | 7.03 | 5.77 | 5.34 | 5.28 | 6.08 | 7.1 | 7.79 | 8.51 | 8.55 |
| Día 9 | 8.58 | 8.18 | 7.77 | 6.8 | 5.72 | 5.29 | 5.37 | 6.1 | 7.06 | 7.86 | 8.42 | 8.36 |
| Día 10 | 8.53 | 8.38 | 7.47 | 6.57 | 5.78 | 5.39 | 5.43 | 6.02 | 7.1 | 7.98 | 8.58 | 8.2 |
| Día 11 | 8.53 | 8.36 | 7.55 | 6.68 | 5.71 | 5.46 | 5.22 | 6.07 | 7.16 | 8.07 | 8.31 | 8.36 |
| Día 12 | 8.6 | 8.37 | 7.43 | 6.41 | 5.54 | 5.33 | 5.28 | 6.12 | 7.06 | 7.79 | 8.13 | 8.61 |
| Día 13 | 8.34 | 8.35 | 7.59 | 6.48 | 5.68 | 5.31 | 5.37 | 6.17 | 7.11 | 7.95 | 8.33 | 8.66 |
| Día 14 | 8.4 | 8.27 | 7.51 | 6.6 | 5.71 | 5.29 | 5.26 | 6.35 | 7.26 | 8.08 | 8.67 | 8.72 |
| Día 15 | 8.32 | 8.26 | 7.17 | 6.7 | 5.71 | 5.1 | 5.34 | 6.29 | 7.45 | 8.24 | 8.66 | 8.69 |
| Día 16 | 8.39 | 8.31 | 7.45 | 6.68 | 5.74 | 5.14 | 5.5 | 6.43 | 7.14 | 8.21 | 8.58 | 8.59 |
| Día 17 | 8.4 | 8.18 | 7.45 | 6.73 | 5.66 | 5.11 | 5.55 | 6.47 | 7.14 | 8.33 | 8.41 | 8.46 |
| Día 18 | 8.66 | 8.2 | 7.09 | 6.68 | 5.64 | 5.13 | 5.46 | 6.38 | 7.15 | 8.29 | 8.89 | 8.4 |
| Día 19 | 8.44 | 8.36 | 7.01 | 6.64 | 5.59 | 5.24 | 5.47 | 6.4 | 7.22 | 8.28 | 8.71 | 8.3 |
| Día 20 | 8.51 | 8.1 | 7.4 | 6.55 | 5.59 | 5.14 | 5.52 | 6.64 | 7.14 | 8.3 | 8.52 | 8.39 |
| Día 21 | 8.28 | 7.9 | 7.29 | 6.49 | 5.64 | 5.2 | 5.61 | 6.48 | 7.16 | 8.4 | 8.38 | 8.19 |
| Día 22 | 8.21 | 8.11 | 7.21 | 6.37 | 5.66 | 5.12 | 5.6 | 6.51 | 7.07 | 8.36 | 8.45 | 8.3 |
| Día 23 | 8.32 | 8.05 | 7.13 | 6.39 | 5.64 | 5.19 | 5.53 | 6.45 | 7.37 | 8.29 | 8.31 | 8.51 |
| Día 24 | 8.17 | 8.02 | 7.17 | 6.5 | 5.49 | 5.3 | 5.6 | 6.48 | 7.3 | 8.48 | 8.22 | 8.22 |
| Día 25 | 8.39 | 7.93 | 7.19 | 6.35 | 5.38 | 5.32 | 5.54 | 6.65 | 7.53 | 8.54 | 8.33 | 8.31 |
| Día 26 | 8.55 | 7.89 | 7.28 | 6.33 | 5.32 | 5.3 | 5.66 | 6.68 | 7.84 | 8.45 | 8.26 | 8.33 |
| Día 27 | 8.6 | 7.87 | 7.14 | 6.18 | 5.25 | 5.42 | 5.74 | 6.75 | 7.79 | 8.5 | 8.29 | 8.47 |
| Día 28 | 8.51 | 7.73 | 7.03 | 6.04 | 5.32 | 5.25 | 5.81 | 6.8 | 7.73 | 8.31 | 8.5 | 8.45 |
| Día 29 | 8.5 | | 6.92 | 6.17 | 5.41 | 5.39 | 5.82 | 6.72 | 7.62 | 8.32 | 8.63 | 8.43 |
| Día 30 | 8.71 | | 7.06 | 6.26 | 5.31 | 5.36 | 5.69 | 6.89 | 7.73 | 8.4 | 8.73 | 8.57 |
| Día 31 | 8.55 | | 6.92 | | 5.45 | | 5.77 | 6.82 | | 8.39 | | 8.64 |
| Promedio | 8.47 | 8.16 | 7.38 | 6.58 | 5.65 | 5.30 | 5.46 | 6.31 | 7.20 | 8.13 | 8.48 | 8.45 |

Anexo 10: Medición de la radiación kWh/m²/día en 2022

| Día | 2022 | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|---------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-----------|---------|-----------|-----------|
| | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | Octubre | Noviembre | Diciembre |
| Día 1 | 8.62 | 8.3 | 7.63 | 6.81 | 6.11 | 5.23 | 5.26 | 5.79 | 6.87 | 7.89 | 8.54 | 8.82 |
| Día 2 | 8.74 | 8.24 | 7.5 | 6.87 | 6.08 | 5.34 | 5.28 | 5.76 | 6.98 | 7.75 | 8.51 | 8.8 |
| Día 3 | 8.75 | 8.38 | 7.47 | 6.84 | 5.98 | 5.18 | 5.14 | 5.87 | 6.92 | 7.86 | 8.27 | 8.74 |
| Día 4 | 8.7 | 8.36 | 7.45 | 6.86 | 5.9 | 5.13 | 5.07 | 5.97 | 6.99 | 8.02 | 8.38 | 8.77 |
| Día 5 | 8.63 | 8.54 | 7.5 | 6.67 | 5.96 | 5.03 | 5.23 | 5.82 | 7.14 | 8.09 | 8.59 | 8.55 |
| Día 6 | 8.33 | 8.64 | 7.58 | 6.66 | 5.93 | 5.19 | 5.24 | 6.01 | 7.18 | 8.23 | 8.56 | 8.36 |
| Día 7 | 8.35 | 8.35 | 7.55 | 6.85 | 5.78 | 5.16 | 5.3 | 6.11 | 7.06 | 8.29 | 8.52 | 8.5 |
| Día 8 | 8.39 | 8.38 | 7.35 | 6.72 | 5.82 | 5.27 | 5.03 | 6.19 | 7.1 | 8.25 | 8.67 | 8.48 |
| Día 9 | 8.36 | 8.22 | 7.52 | 6.68 | 5.97 | 5.42 | 5.22 | 6.25 | 7.16 | 8.24 | 8.58 | 8.45 |
| Día 10 | 8.37 | 8.39 | 7.55 | 6.8 | 5.87 | 5.35 | 5.3 | 6.06 | 7.06 | 8.3 | 8.57 | 8.48 |
| Día 11 | 8.4 | 8.42 | 7.46 | 6.73 | 5.84 | 5.33 | 5.39 | 6.09 | 7.08 | 8.35 | 8.72 | 8.17 |
| Día 12 | 8.47 | 8.25 | 7.54 | 6.91 | 5.78 | 5.41 | 5.46 | 6.18 | 7.18 | 8.3 | 8.81 | 8.39 |
| Día 13 | 8.44 | 7.99 | 7.54 | 6.87 | 5.75 | 5.26 | 5.39 | 6.26 | 7.32 | 8.34 | 8.78 | 8.24 |
| Día 14 | 8.26 | 8 | 7.45 | 6.77 | 5.78 | 5.25 | 5.4 | 6.3 | 7.51 | 8.07 | 8.75 | 8.34 |
| Día 15 | 8.42 | 7.95 | 7.45 | 6.71 | 5.78 | 5.22 | 5.42 | 6.34 | 7.56 | 8.25 | 8.55 | 8.34 |
| Día 16 | 8.35 | 8.03 | 7.39 | 6.76 | 5.7 | 5.19 | 5.53 | 6.44 | 7.39 | 8.14 | 8.47 | 8.43 |
| Día 17 | 8.36 | 8.01 | 7.38 | 6.68 | 5.8 | 5.33 | 5.49 | 6.43 | 7.44 | 8.17 | 8.6 | 8.62 |
| Día 18 | 8.43 | 7.93 | 7.43 | 6.66 | 5.68 | 5.3 | 5.28 | 6.61 | 7.42 | 8.19 | 8.42 | 8.77 |
| Día 19 | 8.28 | 7.97 | 7.19 | 6.49 | 5.72 | 5.21 | 5.36 | 6.45 | 7.48 | 8.27 | 8.5 | 8.7 |
| Día 20 | 8.33 | 8.1 | 6.95 | 6.34 | 5.73 | 5.19 | 5.35 | 6.63 | 7.54 | 8.43 | 8.63 | 8.6 |
| Día 21 | 8.38 | 8.03 | 7.11 | 6.37 | 5.6 | 5.18 | 5.49 | 6.59 | 7.62 | 8.51 | 8.65 | 8.66 |
| Día 22 | 8.33 | 7.83 | 7.22 | 6.33 | 5.58 | 5.12 | 5.48 | 6.55 | 7.62 | 8.39 | 8.19 | 8.78 |
| Día 23 | 8.34 | 7.78 | 7.28 | 6.42 | 5.61 | 5.15 | 5.52 | 6.65 | 7.61 | 8.43 | 8.17 | 8.93 |
| Día 24 | 8.27 | 7.78 | 7.38 | 6.31 | 5.62 | 5.07 | 5.5 | 6.56 | 7.68 | 8.55 | 8.3 | 8.83 |
| Día 25 | 8.2 | 7.77 | 7.17 | 6.2 | 5.5 | 4.96 | 5.52 | 6.57 | 7.82 | 8.38 | 8.35 | 8.67 |
| Día 26 | 8 | 7.66 | 7.29 | 6.18 | 5.55 | 4.93 | 5.45 | 6.58 | 7.85 | 8.59 | 8.4 | 8.57 |
| Día 27 | 7.97 | 7.72 | 7.31 | 6.21 | 5.51 | 5.14 | 5.63 | 6.59 | 7.86 | 8.59 | 8.42 | 8.46 |
| Día 28 | 7.91 | 7.7 | 6.99 | 6.2 | 5.35 | 5.1 | 5.7 | 6.53 | 7.89 | 8.5 | 8.53 | 8.63 |
| Día 29 | 7.92 | | 7.12 | 6.06 | 5.42 | 5.16 | 5.68 | 6.21 | 7.93 | 8.56 | 8.63 | 8.59 |
| Día 30 | 8.14 | | 7.08 | 5.99 | 5.39 | 5.18 | 5.61 | 6.7 | 8.05 | 8.57 | 8.76 | 8.57 |
| Día 31 | 8.35 | | 7.09 | | 5.28 | | 5.73 | 6.74 | | 8.6 | | 8.43 |
| Promedio | 8.35 | 8.10 | 7.35 | 6.57 | 5.72 | 5.20 | 5.40 | 6.32 | 7.41 | 8.29 | 8.53 | 8.57 |

Anexo 11: Ficha técnica de Panel Solar 450W 24V Monocristalino PERC Tensite

AutoSolar 01 715 1357 Horario Cliente A Mi pedidos Salir S/. 0,00

ENERGÍA SOLAR BOMBAS DE AGUA Blog Cursos Paneles Solares Contacto Buscar en AutoSolar...

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

SECCIÓN ENERGÍA SOLAR

- Kits Solares Fotovoltaicos
- Kits Bombeo Agua Solar
- Paneles Solares
 - Paneles Solares 12V
 - Paneles Solares 24V**
 - Paneles Solares de Red
 - Paneles Solares Flexibles
 - Accesorios de Paneles Solares
- Soportes Paneles Solares
- Baterías Solares
- Inversores Solares
- Controladores de Carga
- Cargador de Baterías
- Cargador auto eléctrico
- Generadores
- Material eléctrico

Panel Solar JA SOLAR 450W 24V Monocristalino PERC

S/.983,33 SIN IGV S/. 833,33

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recójalo el martes 17 de octubre en agencia Marvisur o Shalom de provincias

Fabricante: JA Solar | Cod. Artículo: 1002320

Cantidad: - 1 +

AÑADIR AL CARRITO COMPRAR

1 año de garantía 14 días de devolución 100% pago seguro Secured by GeoTrust

Contactar vía WhatsApp

La Placa Solar 450W 24V Ja Solar PERC Monocristalina cuenta con una alta eficiencia fotovoltaica gracias a la tecnología PERC. Se trata de una placa con una gran garantía de funcionamiento por parte de un primer fabricante mundial como es Ja Solar.

Preliminary

Harvest the Sunshine

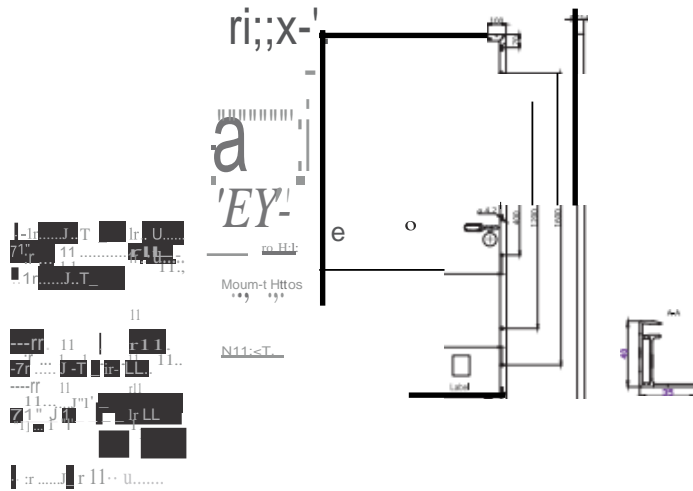
Mono 465W MBB Half-Cell Module
JAM72S20 440-465/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.

- Higher output power
- Lower LCOE
- Less shading and lower resistive loss
- Better mechanical loading tolerance

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

| | |
|-----------------------------------|--|
| Module Type | Mono |
| Efficiency | 25.0 kQ13% |
| Module Dimensions | 2120x1220mm<10S2t2mm'o: 1Mr'I' |
| Cell/Block Size | II ECI 12AWG(IA) |
| Cell/Block Count | 144 (6x24) |
| Junction Box | 1 8. 3 <110005 |
| Connector | OC4. tO(tOOOV) QC4.10-35(1500V▶) |
| Cable Length (Inductng Connecto.) | Portr811: 3 00rM'(+)(400mm(-); Landscape: 1200mm() 1200mmH 27pc:&(parallel) |
| Packaging Configuration | 594pcs40tl container |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Rated Power (Pmax) [W] | 440 | 445 | 450 | 455 | 460 | 465 |
| Open Circuit Voltage (Voc) [V] | 49.40 | 49.70 | 49.85 | 50.01 | 50.15 | 50.30 |
| Maximum Power Voltage (Vmp) [V] | 40.90 | 41.21 | 41.52 | 41.82 | 42.13 | 42.43 |
| Short Circuit Current (Isc) [A] | 11.28 | 11.32 | 11.36 | 11.41 | 11.45 | 11.49 |
| Maximum Power Current (Imp) [A] | 10.76 | 10.80 | 10.84 | 10.88 | 10.92 | 10.96 |
| Module Efficiency (%) | 19.7 | 19.8 | 19.9 | 20.0 | 20.1 | 20.2 |
| Temperature Coefficient of Pmax [%/°C] | -0.350 | -0.350 | -0.350 | -0.350 | -0.350 | -0.350 |
| Temperature Coefficient of Voc [%/°C] | -0.22 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | -0.22 | -0.22 |

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

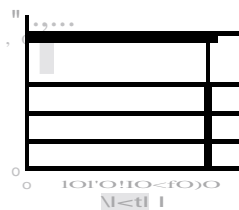
| TYPE | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 | JAM72S20 |
|---------------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Rated Power (Pmax) [W] | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 |
| Open Circuit Voltage (Voc) [V] | 46.60 | 46.65 | 46.70 | 46.75 | 46.80 | 46.85 |
| Maximum Power Voltage (Vmp) [V] | 38.10 | 38.15 | 38.20 | 38.25 | 38.30 | 38.35 |
| Short Circuit Current (Isc) [A] | 9.20 | 9.21 | 9.22 | 9.23 | 9.24 | 9.25 |
| Maximum Power Current (Imp) [A] | 8.68 | 8.69 | 8.70 | 8.71 | 8.72 | 8.73 |

OPERATING CONDITIONS

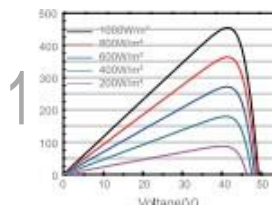
| | |
|------------------------|---------------|
| Maximum System Voltage | 1000V/1500Voc |
| Operating Temperature | OC-...8S(|
| Maximum System Fuse | 20A |
| Maximum System Load | 5400Pa |
| Maximum System Voltage | 2400Pa |
| NOCT | 42°C |
| Safety Class | Class II |
| UL Type | UL Type I |

CHARACTERISTICS

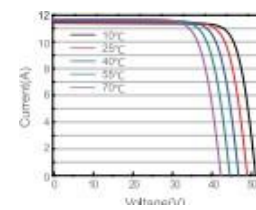
Open-Circuit Voltage Curve JAM72S20-455tMR



Power-Voltage Curve JAM72S20-4551MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-4551MR



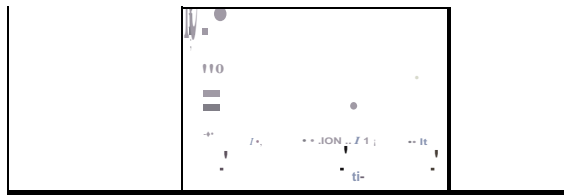
Anexo 12: Ficha técnica de Batería Ultracell UZS600

| UZS600-6 6V 600AH | | Ultracell® Quality in Every Language™ | |
|--|--|---|------------|
| UZS600-6  | | Physical Specification | |
| | | Part Number | UZS600-6 |
| | | Length | 295 ± 2 mm |
| | | Width | 178 ± 2 mm |
| | | Container Height | 405 ± 2 mm |
| | | Total Height (with terminal) | 408 ± 2 mm |
| | | Without Electrolyte | 34.5 kg |
| | | With Electrolyte | 52.0 kg |
| Specifications | | | |
| | Nominal Voltage | 6V | |
| | Nominal Capacity (120HR) | 600AH | |
| Terminal Type | Standard Terminal | F22 | |
| Container Material | Standard Option | ABS | |
| Rated Capacity | 120hr, 1.80V/cell, 25°C | 600.0 AH/ 5.00A | |
| | 100hr, 1.80V/cell, 25°C | 550.0 AH/ 5.50A | |
| | 10hr, 1.80V/cell, 25°C | 360.0 AH/ 36.0A | |
| | 5hr, 1.75V/cell, 25°C | 324.0 AH/ 64.8A | |
| | 1hr, 1.60V/cell, 25°C | 202.0 AH/ 202A | |
| Max Discharge Current | 1300A (5s) | | |
| Internal Resistance | Approx 2.5m Ω | | |
| Discharge Characteristics | Operating Temp. Range | Discharge: -15°C~50°C(5°F~122°F) | |
| | | Charge: -10°C~50°C(14°F~122°F) | |
| | | Storage: -20°C~50°C(-4°F~122°F) | |
| | Nominal Operating Temp. Range | 25±3°C | |
| | Float Charging Voltage (25°C) | 6.60 ~ 6.72V at 25°C Temp. Coefficient -18mV/°C | |
| | Cycle Charging Voltage (25°C) | 7.05 ~ 7.20V at 25°C Temp. Coefficient -30mV/°C | |
| | Capacity affect by Temperature (10HR) | 40°C | 102% |
| 25°C | | 100% | |
| 0°C | | 85% | |
| -15°C | | 65% | |
| Design Floating Life at 20°C | 20 Years | | |
| Self Discharge | Ultracell batteries may be stored for up to 6 months at 25°C(77°F) and then a refresh charge is required. For higher temperatures the time interval will be shorter. | | |
| Dimensions | | | |

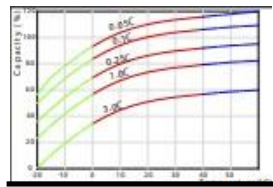
| | | Constant Current Discharge (Amperes) at 25°C | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|--|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| F.V/11ME | 30min | 60min | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | 8h | 10h | 20h | 24h | 48h | 100h | 120h | |
| 1.60V | 328 | 202 | 128 | 94.7 | 79.1 | 66.6 | 56.6 | 43.3 | 36.6 | 19.8 | 17.2 | 9.12 | 5.64 | 5.11 | |
| 1.65V | 321 | 199 | 127 | 94.1 | 78.7 | 66.2 | 56.2 | 43.0 | 36.6 | 19.8 | 17.2 | 9.10 | 5.61 | 5.10 | |
| 1.70V | 311 | 194 | 126 | 92.8 | 77.6 | 65.3 | 55.5 | 42.4 | 36.5 | 19.7 | 17.1 | 9.06 | 5.60 | 5.07 | |
| 1.75V | 304 | 190 | 124 | 92.2 | 77.0 | 64.8 | 55.1 | 42.1 | 36.3 | 19.6 | 17.0 | 9.03 | 5.56 | 5.04 | |
| 1.80V | 293 | 184 | 121 | 89.4 | 74.7 | 62.9 | 53.4 | 40.9 | 36.0 | 19.4 | 16.9 | 8.86 | 5.50 | 5.00 | |

| | | Constant Power Discharge (Watts) at 25°C | | | | | | | | | | | | | |
|----------|-------|--|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|-----|------|------|------|--|
| F.V/11ME | 30min | 60min | 2h | 3h | 4h | 5h | 6h | 8h | 10h | 20h | 24h | 48h | 100h | 120h | |
| 1.60V | 647 | 404 | 247 | 186 | 155 | 131 | 111 | 85.7 | 72.9 | 39.6 | 247 | 18.4 | 11.6 | 10.5 | |
| 1.65V | 634 | 398 | 245 | 184 | 154 | 130 | 111 | 85.2 | 72.8 | 39.5 | 245 | 18.4 | 11.5 | 10.5 | |
| 1.70V | 614 | 388 | 243 | 182 | 152 | 129 | 109 | 84.0 | 72.6 | 39.4 | 243 | 18.3 | 11.5 | 10.4 | |
| 1.75V | 599 | 380 | 240 | 181 | 151 | 128 | 109 | 83.4 | 72.1 | 39.2 | 240 | 18.2 | 11.4 | 10.3 | |
| 1.80V | 571 | 369 | 233 | 175 | 146 | 124 | 105 | 80.9 | 71.6 | 38.9 | 233 | 17.8 | 11.1 | 10.0 | |

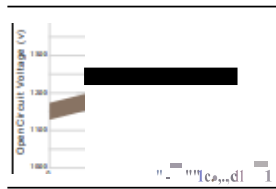
D1scharge Characterstics



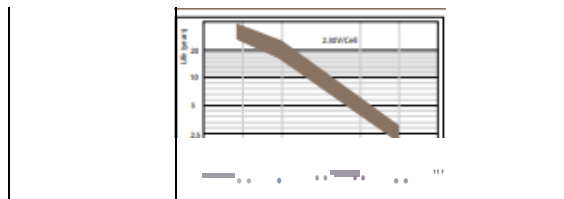
Effect of Temperature on Capacity



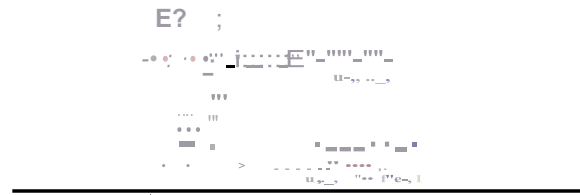
Relationship for Open Circuit Voltage & Residual Capacity



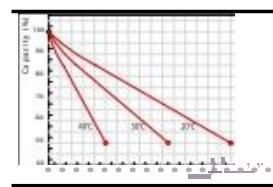
Floating Life on Temperature



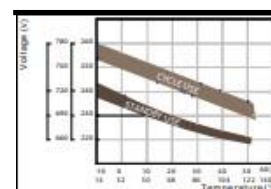
Float Charging Characterstics



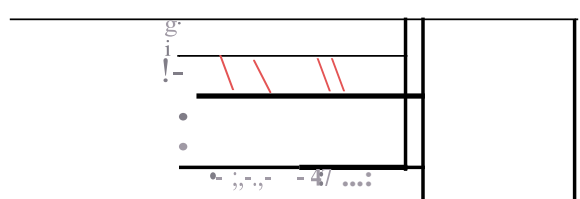
Self Discharge Characterstics



Relationship for Charging Voltage & Temperature



Cycle Life on O O O



11 SECCIÓN ENERGÍA SOLAR

(i) Kits Solares Fotovoltaicos

!!) Kits Bombeo Agua Solar

h_ Paneles Solares

m Soportes Paneles Solares

Baterías Solares

Baterías Plomo Ácido Abierto

Baterías AGM

Baterías de GEL

Accumuladores Estacionarios

Acumuladores Solares OPzV

Acumuladores Solares TOPzS

Baterías de Lito

Accesorios de Baterías

Inversores Solares

[1] Controladores de Carga

(V) Cargador de Baterías

Cargador auto eléctrico

f/ Generadores

ij Material eléctrico

Batería Estacionaria 600 Ah 6V Ultracell UZS600-6

S/ 1.966,67



Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: Recibido el miércoles 20 de septiembre en agencia Mamsworld Shakam de MOCUTU

Fabricante: Ultracell COD Artículo 1703810

Cantidad:



Secure by

10 años de garantía

GeTrust



Contactar via WhatsApp

La Batería Estacionaria 600Ah 6V Ultracell UZS600-6 es muy utilizada en instalaciones fotovoltaicas, casas de mediano y gran tamaño. Se trata de una batería con una larga vida útil a un ajustado precio, que garantiza la autonomía energética de la vivienda aún cuando la radiación solar es baja o nula.

Productos para usted

SPF 3500~5000 ES

- Integrated MPPT charge controller.
- Equalization charging function.
- Work with battery or without battery.
- Maximum PV input voltage up to 450VDC.
- Configurable grid or solar input priority.
- Optional WIFI/ GPRS remote monitoring.
- Support parallel operation for capacity expansion up to 30kW.
- PV and Grid power the load jointly if PV energy insufficient.
- Flexibly schedule the Inverter charging and discharging time.



Growatt

www.ginverter.com

P O W E R
- I N G
T O M O -
R R O W O

Anexo 14: Ficha técnica de Controlador de carga solar MPPT SR-MC48100N25

- SECCIÓN ENERGÍA SOLAR
- Kits Solares Fotovoltaicos
- Kits Bombeo Agua Solar
- Paneles Solares
- Soportes Paneles Solares
- Baterías Solares
- Inversores Solares
- Controladores de Carga**
 - Controladores de Carga PWM
 - Controladores de Carga MPPT**
 - Accesorios de Controlador de Carga
- Cargador de Baterías
- Cargador auto eléctrico
- Generadores
- Material eléctrico

Controlador MPPT 250V 100A LCD 12/24/48V



S/2.342,41 SIN IGV S/ 1.985,09

Envío: Envío gratuito a provincias!

Entrega: **Recójalo el miércoles 20 de septiembre en agencia Marvisur o Shalom de provincias**

Fabricante: SRNE | Cod. Artículo: 2006046

Cantidad:

AÑADIR AL CARRITO **COMPRAR**

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

Secured by GeoTrust

PIDA COTIZACIÓN PERSONALIZADA Y OBTENGA UN DESCUENTO EXCLUSIVO

El Controlador MPPT 250V 100A LCD 12/24/48V es un controlador de carga solar que permite recargar las baterías a partir de la energía que producen los paneles solares fotovoltaicos. Este regulador de carga, al disponer de tecnología MPPT, obtiene hasta un 30% más de producción que si utilizáramos uno de tecnología PWM. Este regulador admite una tensión máxima de trabajo desde paneles de 250V y aporta una carga máxima hacia baterías de 100A.

Productos para usted



Controlador de carga solar MPPT

MC4885N15 / MC48100N15 / MC4885N25 / MC48100N25

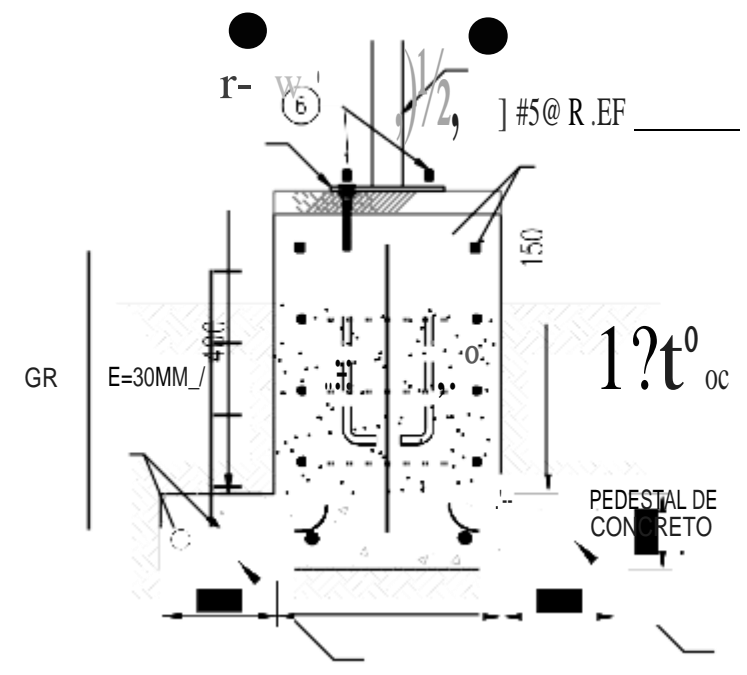
Accesorios para conductos



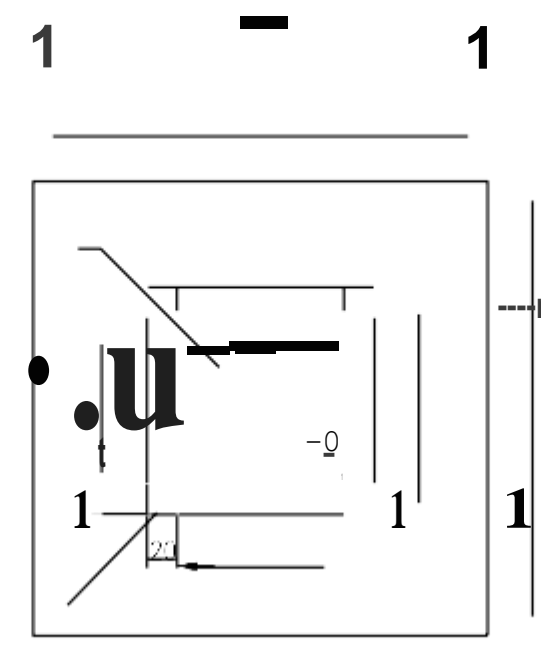
Características técnicas de MPPT SR-MC48100N25

| Modelo | SR-MC4885N15 | SR-MC48100N15 | SR-MC4885N25 | SR-MC48100N25 |
|--|--|---------------|----------------------------------|---------------|
| Voltaje del sistema | 12V / 24/36 / 48V | | | |
| Consumo de energía estática | 0,54 W | | | |
| Voltaje máximo de entrada de energía solar (25 °C) | 150 V | | 250 V | |
| Rango de voltaje en MPP (punto de máxima potencia) | Voltaje de la batería + 2 ~ 120 V | | Voltaje de la batería + 2 ~ 180V | |
| Corriente de carga | 85A | 100A | 85A | 100A |
| Energía del panel solar (Batería de 12V) | 1100W | 1300W | 1100W | 1300W |
| Energía del panel solar (Batería de 24 V) | 2200W | 2600W | 2200W | 2600W |
| Energía del panel solar (Batería de 48V) | 4400W | 5200W | 4400W | 5200W |
| Soporte tipo de batería | Baterías de plomo-ácido, baterías coloidales, baterías abiertas, baterías de litio | | | |
| Coefficiente de compensación de temperatura | -3mV / °C / 2V | | | |
| Rango de temperatura de funcionamiento | -35 °C -60 °C | | | |
| Humedad | 95%, sin condensación | | | |
| Grado de protección | Ip32 | | | |
| Peso | 5,7 kg | | | |
| Modo de comunicación | Módulo TTL (3.3V) / RS485 / Bluetooth | | | |
| Dimensiones del producto | 314 * 227 * 121 (mm) | | | |
| Bloques de terminales | 35 mm, 2AWG | | | |

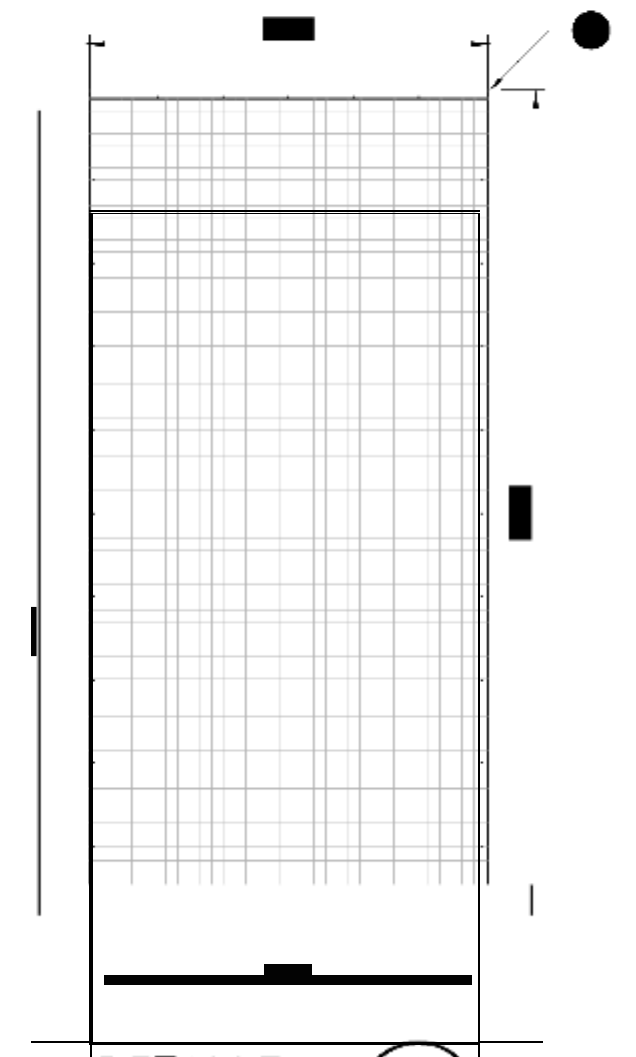
| LISTADO DE MATERIALES | | | | |
|-----------------------|-----------------------------|----------|--------|---------|
| ITEM | DESCRIPCIÓN | MEDIDA | UNIDAD | METRADO |
| 1 | PANLES SOLARES E=20mm | 662x2230 | U | 143 |
| 2 | JEO CUADRADO 40x40 A36 ASTM | 6000 | U | 152 |
| 3 | PIEL UNISTRUT E=1.5mm | 3000 | U | 105 |
| 4 | ACCESORIO TIPO "L y J" | e=2.5 | U | 313 |
| 5 | PLACA A36 ASTM | 147 | U | 111 |
| 6 | PERNOS DE FIJACIÓN | 1/2" | U | 170 |



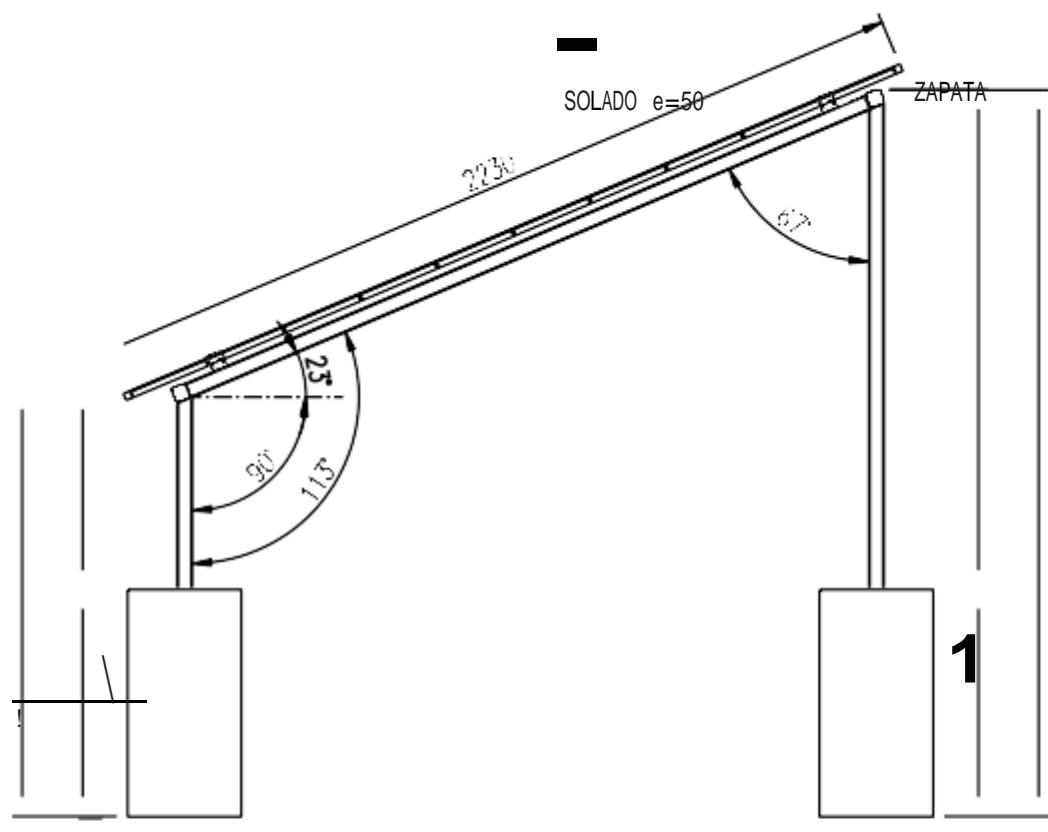
DETALLE 2
ESC: 1/10 3000-03-DWG-01



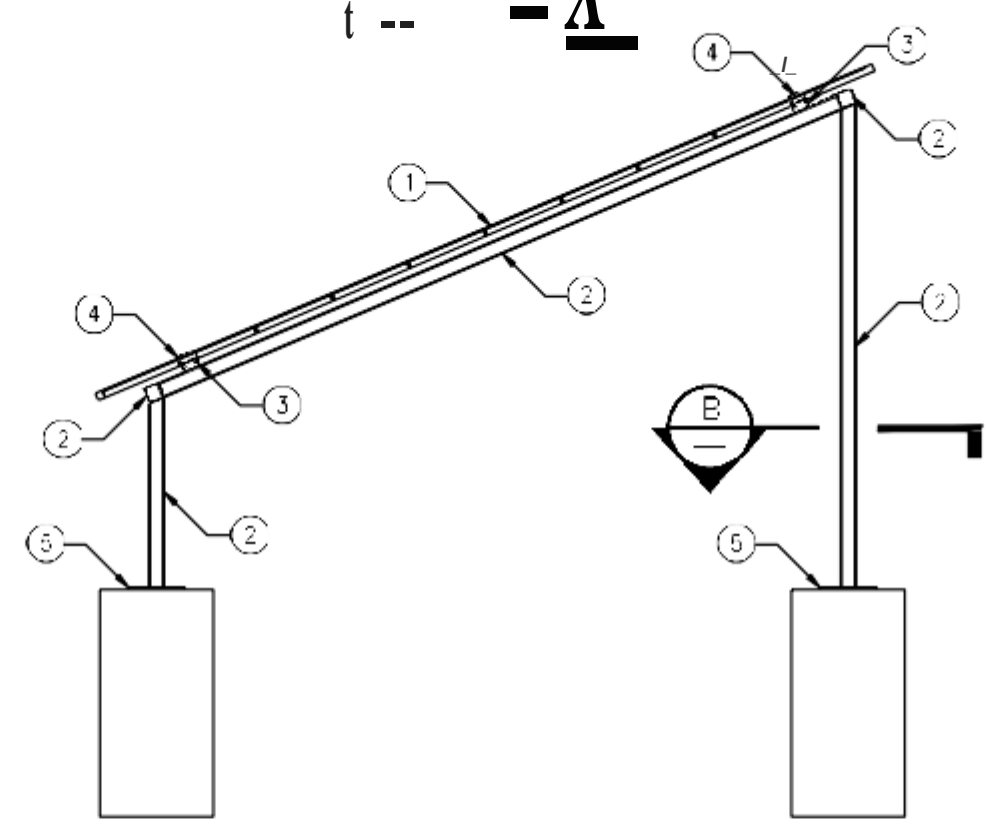
SECCION B
ESC: 1/10



DETALLE 1
ESC: 1/20 3000-03-DWG-01



SECCION A
ESC: 1/20 3000-03-DWG-01



TAL DE CONCRETO

| No. | REVISIONES | ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: | FECHA | No. PLANO REF. | NOMBRE PLANO DE REFERENCIA | PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN | | | | PROY. DIR. | ESC: INDICADA | |
|-----|----------------------------|----------------|---------------|---------------|----------|----------------|----------------------------|-----------------------------|---------|-------|-------|------------|---------------------------|-------------------------------|
| | | | | | | | | RESPONSABLE | POR | FIRMA | FECHA | | | |
| 1 | | | | | | | | PEDESTAL DE CONCRETO | CHECKER | | | MAR-2024 | UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO | PROYECTO N°: 3000 |
| 1 | | | | | | | | CONCRETO | REVISOR | | | MAR-2024 | | |
| 0 | APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN | | | PEDES | MAR-2024 | | | APROBACIÓN | | | | MAR-2024 | PROYECT | DETALLES SISTEMA FOTOVOLTAICO |

1

--+

1

-L

PEDESTAL DE CONCRETO

PEDESTAL DE CONCRETO

NOTAS:

1.- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA (S.I.C.).

2.- PARA LA UBICACIÓN DE EQUIPOS, SE REVISÓ LOS PLANOS MECÁNICOS, Y SE VERIFICÓ LAS ESTRUCTURAS.

3.- SE FABRICÓ SOPORTES PARA LOS PANELES, Y SE VERIFICÓ CON EQUIPOS VENDIDOS Y SE REPLANTEÓ DE ACUERDO AL CAMPO EXISTENTE.

4

.

-

P

A

R

A

U

B

I

C

A

C

I

Ó

N

D

E

S

O

P

O

R

T

E

S

V

E

R

P

L

A

N

O

3

O

O

O

-

O

3

-

D

W

G

-

O

1

5

.

-

A

B

R

E

V

I

A

T

U

R

A

S

:

FUTURO

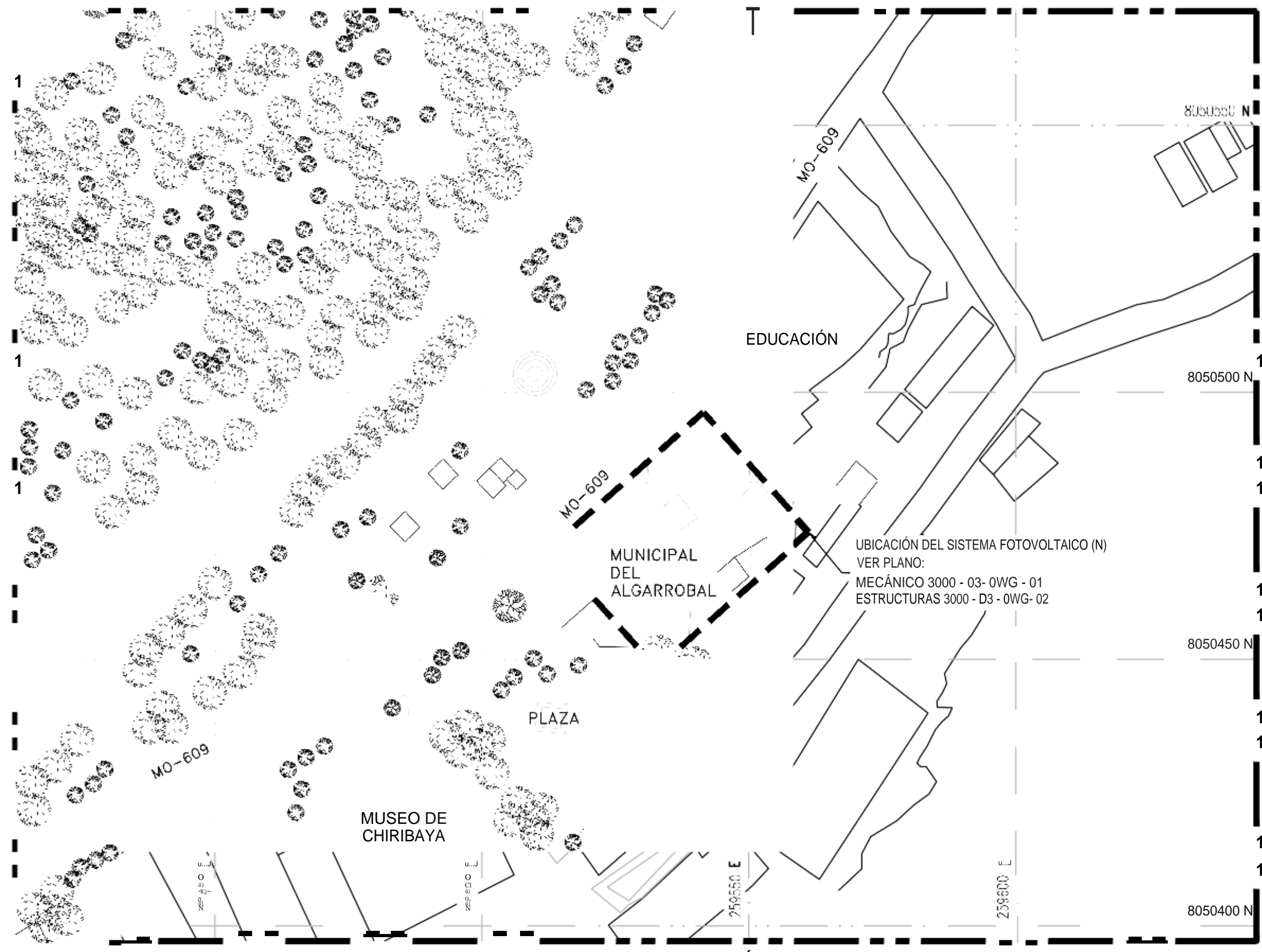
(F)

EXISTENTE

(E)

NUOVO

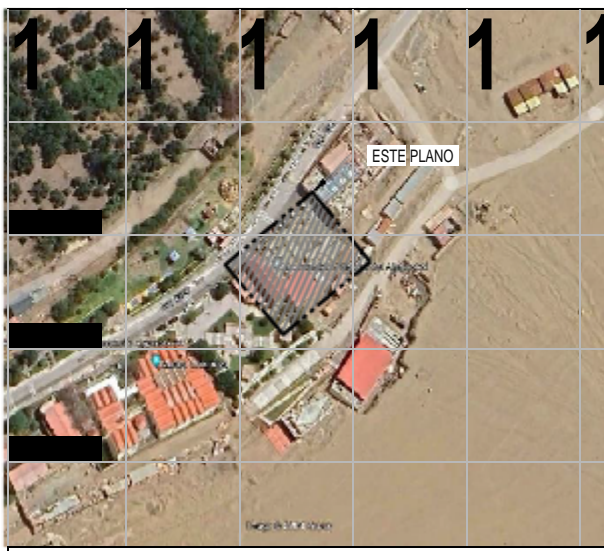
(N)



PLANO DE UBICACIÓN
ESC: 1 : 750





PLANO DE LOCALIZACIÓN



PLANO LLAVE

- NOTAS:**
- 1.-TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS SALVO INDICACIÓN CONTRARIA (S.I.C.).
 - 2.-SE VERIFICÓ POSIBLES INTERFERENCIAS EN CAMPO, Y REPLANTEO DIMENSIONES PREVIA APROBACIÓN DE LA SUPERVISIÓN
 - 3.- PARA DETALLES CONSTRUCTIVOS VER PLANO DE DISCIPLINA.
 - 4.- ABREVIATURAS:
 FUTURO (F)
 EXISTENTE (E)
 NUEVO (N)

| No. | REVISIONES | ELABORADO POR: | REVISADO POR: | APROBADO POR: | FECHA | No. PLANO REF. | NOMBRE PLANO DE REFERENCIA | PROCEDIMIENTO DE APROBACIÓN AN | | | |  UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO | PROY. DIB.  ESC: INDICADA PROYECTO N°: 3000 |
|-----|----------------------------|----------------|---------------|---------------|----------|----------------|----------------------------|--------------------------------|-----|----------|----------|---|---|
| | | | | | | | | RESPONSABLE | POR | FIRMA | FECHA | | |
| 1 | | | | | | | | CHECKER | | | ABR-2024 | PROYECTO ESTRUCTURA SISTEMA FOTOVOLTAICO | PLANO N°: 3000-03-DWG-03 |
| 2 | | | | | | | REVISOR | | | ABR-2024 | | | |
| 3 | | | | | | | COORDINADOR | | | ABR-2024 | | | |
| 4 | | | | | | | APROBACIÓN | | | ABR-2024 | | | |
| 0 | APROBADO PARA CONSTRUCCIÓN | B. CORTEZ | B. ESTEBAN | A. HUCHI | ABR-2024 | | | | | | | | |