

Dimensionamiento de sistema de paneles solares para reducción de facturación por carga de energía en empresa MB Servicios Generales, 2023

por RUSBEL YURI MAMANI LAQUITA

Fecha de entrega: 14-jun-2024 11:07a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2402501135

Nombre del archivo: MAMANI_Y_MAQUERA.pdf (643.87K)

Total de palabras: 16322

Total de caracteres: 82843



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Dimensionamiento de sistema de paneles solares para reducción
de facturación por cargo de energía en empresa MB Servicios
Generales, 2023**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Mecánico Electricista

AUTORES:

Mamani Laquita, Rusbel Yuri (orcid.org/0009-0005-2666-5769)

Maquera Hernani, Kiara Antuanett (orcid.org/0009-0002-4866-4642)

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

LIMA – PERÚ

2023

I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito mundial, ³² la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles se convierte en una necesidad imperiosa ¹² para abordar el cambio climático y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel global. Actualmente, las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) alcanzan alrededor de 40.1 gigatoneladas al año, según el Informe de Emisiones Globales de 2020 del (Global Carbon Project, 2020). En este contexto, la implementación de sistemas de energía solar cobra una importancia crucial. La capacidad global de energía solar fotovoltaica instalada ya supera los 773 gigavatios (GW) en 2020, ³⁵ según la (Agencia Internacional de Energías Renovables - IRENA) y esta cifra sigue en aumento. Además, los costos de energía solar han disminuido en un impresionante 82% en la última década, según la Agencia Internacional de Energía (AIE). Estos valores cuantitativos subrayan la necesidad urgente de aprovechar la energía limpia y sostenible que la solar proporciona, como una solución efectiva para reducir la huella de carbono a nivel mundial y abordar los desafíos globales relacionados con la energía y el cambio climático (Tittu, 2023).

A nivel internacional países como China enfrentan la presión de satisfacer su creciente demanda energética mientras lucha por reducir su alta dependencia del carbón, siendo ⁴² el principal emisor de gases de efecto invernadero a nivel mundial. Aunque ha invertido considerablemente en energías renovables, la integración de fuentes intermitentes como la solar y eólica en su red eléctrica sigue siendo un reto significativo (Yu, 2024). Así mismo, en los Estados Unidos, la infraestructura eléctrica envejecida y la variabilidad en las tarifas eléctricas generan preocupaciones sobre la competitividad empresarial y la asequibilidad para los consumidores. A pesar de los avances en energía renovable, el país ³¹ sigue dependiendo en gran medida de los combustibles fósiles, y la falta de una política energética unificada a nivel nacional dificulta la transición hacia fuentes más limpias (García, 2024). Por otro lado, Japón se enfrenta a una situación única ⁷⁵ tras el desastre nuclear de Fukushima en 2011, lo que llevó al cierre de sus reactores nucleares (Malehmirchegini, 2023). Esto ha aumentado su dependencia de los combustibles fósiles ¹⁸ y ha planteado la necesidad de equilibrar la seguridad energética con la transición hacia fuentes más sostenibles, como la energía solar y

eólica, aunque aún enfrenta desafíos para satisfacer su demanda energética y reducir su huella de carbono.

A nivel nacional, Perú se enfrenta a ²³ desafíos significativos en su sector energético. Su dependencia de fuentes de energía no renovable, como el gas natural y el petróleo, lo expone a la volatilidad de precios internacionales y afecta su huella de carbono (Campodonico, et al., 2022). Además, la falta de infraestructura eléctrica eficiente en algunas regiones provoca cortes de energía no programados y dificulta la distribución equitativa de electricidad. A pesar de su diversidad geográfica, Perú tiene oportunidades ² para la generación de energía renovable, pero enfrenta obstáculos en la inversión y la integración efectiva de estas fuentes en su red eléctrica (Aguirre, 2023). En resumen, Perú busca equilibrar la seguridad energética, mejorar su infraestructura y avanzar hacia una energía más sostenible para abordar desafíos de suministro, costos y sostenibilidad

La problemática principal en este contexto se centra en la dependencia de la empresa MB Servicios Generales E.I.R.L. de ² la energía eléctrica suministrada por la red pública. Además, se menciona que hubo un aumento en las tarifas eléctricas en el país, lo que incrementa los costos de facturación de energía eléctrica para la empresa. Esta situación económica y la incertidumbre sobre futuros aumentos de tarifas pueden generar presión financiera. En respuesta a estas problemáticas, se plantea la necesidad de implementar ⁷⁶ un sistema de paneles solares para reducir los costos de electricidad y garantizar ⁷² un suministro de energía ininterrumpido, al mismo tiempo que se contribuye a la sostenibilidad ambiental mediante el uso de energías limpias.

¹ Se propuso la instalación de un sistema de paneles solares personalizado en la empresa MB Servicios Generales E.I.R.L. para abordar los desafíos de dependencia de la red eléctrica y los crecientes costos de energía. Este sistema reducirá los costos de facturación eléctrica, asegurará un suministro de energía estable y sostenible, y mejorará la responsabilidad ambiental de la empresa. Nuestra propuesta abarca desde el análisis de consumo energético hasta la capacitación y el mantenimiento, garantizando un enfoque completo y rentable para resolver los problemas actuales.

Por consiguiente, habiendo especificado las necesidades, se ha formulado el problema general: ¿En qué medida el dimensionamiento del sistema de paneles

solares reduce los costos energéticos de la empresa MB Servicios Generales E.I.R.L.?

Nuestra justificación para realizar la investigación se basa en la alta facturación por consumo de energía eléctrica de la empresa MB Servicios Generales, el dimensionamiento de sistema de paneles solares fotovoltaicos traerá significativos beneficios, tanto energéticos como económicos, tales como: reducción de la facturación por cargo de energía eléctrica, tener una fuente de generación de energía eléctrica alternativa a la convencional, servir como modelo de viabilidad para la implementación del mismo sistema en otras entidades tanto públicas como privadas, tomando en cuenta el uso de energía renovables, en este caso la solar, y así tener un impacto positivo en lo ambiental. Donde se consideró adecuado, que para asentar el dimensionamiento de un sistema de paneles solares en esta investigación teniendo en cuenta las subsiguientes razones: viéndolo desde el ámbito social, el sistema mencionado proyectara una buena imagen de la empresa en la comunidad poniendo el ejemplo para que otras instituciones sigan ese camino del uso de esta tecnología limpia, este tipo de tecnología hacen uso de la energía renovable en este caso la energía solar, siendo China el país con mayor potencia solar fotovoltaica en el 2021, y EEUU en segundo lugar y tercero y cuarto se encuentran Japón y Alemania respectivamente (Malehmirchegini, 2023); en un aspecto medioambiental, el uso de este modelo de energía es amistoso con el medio ambiente ayudando al acortamiento de la huella de carbono; en otro orden de cosas, viéndolo desde una posición económica el implementar un sistema de paneles solares reducirá el costo por consumo de energía generando una recuperación de la inversión realizada por la instalación siendo así beneficioso para la empresa.

Como objetivo general de esta investigación se planteó que: Dimensionar un sistema de paneles solares para reducir facturación por cargo de energía eléctrica, en empresa MB servicios generales E.I.R.L., 2023, y para poder llegar a ello se definieron los objetivos específicos; i) Evaluar la demanda energética actual que consume la empresa MB Servicios generales. ii) Establecer un dimensionamiento para la implementación de un sistema de paneles solares. iii) Determinar el VAN y TIR en función de ahorro en facturación.

De esta manera la hipótesis que se plantea es que, la implementación de un sistema de paneles solares aprovechando la energía solar, reducirá de manera considerable la facturación por cargo de energía en la empresa MB servicios generales E.I.R.L.

II. MARCO TEÓRICO

39
Para la elaboración del presente proyecto de investigación, se ha tenido en consideración los siguientes trabajos, tesis, artículos respecto a casos de estudio previos, en el contexto nacional se tuvo en la tesis de grado denominada; 3
“Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico para disminuir el consumo de energía eléctrica convencional en la empresa Exotic's Producers & Packers” Niño 17
(2020), que se desarrolló para obtener el grado de Ingeniero Mecánico Electricista, en la Universidad Pedro Ruiz Gallo, el tesista ilustra una investigación que es aplicada no experimental, y aislado de la red comercial, en la cual el autor concluye que; i) La instalación fotovoltaica, estima que 3
contara con una potencia que generara 100 kw, los cuales serán suministrados por 270 paneles solares de 370 w, siendo la marca BAUER ENERGY la elegida para este propósito y con un inversor de corriente de marca la SIRIO K100, que hará el monitoreo ya que este cuenta con un modo en la elección en su programación que está conectada a la red, así mismo se manifiesta que este sistema es independiente e 3
instantáneo y con cero inyección de la red pública, así también los picos que superasen la potencia serán proveídos por la red: ii) Posterior al análisis económico realizado determinaron que la inversión para dicha instalación será de S/. 309,354.25, si bien es un costo elevado para la instalación, las variables económicas son 3
beneficiosas, tales como su valor neto (VAN) de S/. 44,981.85 y así mismo su tasa interna de rentabilidad (TIR) será de 14%: iii) En una eventual instalación del sistema en consecuencia 3
se considera rentable a un largo plazo, seguidamente de establecer la etapa del retorno de la inversión es de 84 meses (7 años), donde al concluir este tiempo la instalación posibilitara el ahorro de los costes por gastos de energía eléctrica.

1
Una investigación similar fue la de López (2019), titulada “Diseño de un sistema fotovoltaico para autoconsumo conectado a red en la empresa Viettel Perú S.A.C. ubicado en Trujillo – la libertad”, tesis elaborada para la obtención de título de Ingeniero Mecánico Electricista, desarrollada de tipo aplicada y desde un diseño no experimental, el autor consideró para su investigación 3
conocimientos de sistemas fotovoltaicos conectados a red. El autor, tras llevar a cabo sus objetivos, llega a las siguientes conclusiones: i) En la ciudad de Trujillo se logró recolectar un potencial 3

solar permisible, con un índice de irradiación solar de 5,5 kWh/m²/día a 6 kWh/m²/día; ii) El sistema fotovoltaico conformado por 48 paneles de 365 Wp, dimensionado para alcanzar una potencia de 13,8 kw, con un vatímetro de 100A/230V y con 3 inversores de 6000W/48V para una demanda de energía estimada en 73,3 kwh de consumo diario; iii) Por consiguiente, en el análisis económico, se estableció que al utilizar una tasa referencial de 10% se obtendrá un valor en el VAN de S/. 12 874,08 y el valor obtenido en el TIR fue de 12%, de modo que, se resuelve que la propuesta es viable económica y técnicamente.

Por otro lado en la tesis de Flores y Tapia (2023) denominada “Diseño de un sistema fotovoltaico autónomo para abastecer energía eléctrica a los pabellones de la Institución Educativa Betesda School Moquegua 2022”, la cual elaboraron para su grado académico de Ingeniero Mecánico Electricista, los autores plantean una investigación aplicada de diseño no experimental, en la cual concluyen que: i) Analizando la radiación del sol que incide en la zona conforme a las coordenadas geográficas de la provincia de Ilo, se conoce que Junio es el mes del año con menos radiación solar, siendo esta de 3.87 kWh/día; ii) El diseño establece en total 32 paneles. Conforme a los equipos eléctricos y electrónicos que consumen energía en la institución, el cual se consideró un rendimiento de 0.695, dejando un resultado una demanda de 61.80 kWh/día; iii) En la evaluación económica se consideró 25 años que es la vida útil de los paneles solares, consiguiendo un TIR de 18% y así mismo un VAN de S/.49,756.86 alcanzando un retorno de inversión que podrá verse reflejado en un periodo de 120 meses posterior a realizarse el gasto preliminar, en ese contexto habría rentabilidad para el colegio ya que por los ingresos económicos con los que cuenta la I.E. posibilita la factibilidad del proyecto.

Por otro lado, Malpartida y Fuentes (2019) en su artículo denominado “Iluminación fotovoltaica en plazas y parques del puerto de Ilo”, en su estudio obtuvo un índice de irradiación solar de 5kW-h/m² en el distrito de Pacocha, siendo Julio el mes menos favorable, si bien esa investigación está enfocada en iluminación de parques en la provincia de Ilo, se rescata el nivel de irradiación.

Desde el ámbito internacional Romero (2020), desarrolló una investigación denominada “Estudio de los sistemas de energía solar fotovoltaica con conexión aislada (Off-grid) y un sistema de conexión en red en autoconsumo (On-grid) para el uso en la vivienda urbana en Perú”, dicho estudio fue realizado con la finalidad

de obtener su Máster Certificación en ²⁴ Diseño Sostenible y Arquitectura Bioclimática, en la Universidad de Barcelona IL3 Instituto de Formación Continua (España), el autor plantea una investigación experimental, utilizando un estudio comparativo de un sistema fotovoltaico que es de conexión aislada con un sistema de conexión a la red eléctrica.

El autor, tras ejecutar sus objetivos, concluye que: i) El país cuenta con un potencial grande de recursos de energías renovables (RER), enfocado en gran relevancia en la explotación de la energía proveniente del sol; ii) En la costa peruana existen ubicados diversos ejemplos de centrales de energía eléctrica no convencionales tales como; eólica, biomasa, solar y mini hidroeléctricas; iii) la utilización de energía solar se está dando en industrias como: las de telecomunicación, electrificación rural/urbana y en la agricultura; iv) En Perú tanto un sistema fotovoltaico Off-grid y On-grid para domicilios, es posible ya que en el mercado peruano se cuenta con la capacidad de instalación como la tecnología necesaria.

En su trabajo de fin de Máster Serrano (2022), denominado "Photovoltaic Installation For Self-Consumption On Industrial Roof" (Instalación fotovoltaica para autoconsumo en cubierta industrial), para la obtención de su grado de ²⁵ Máster en Tecnologías Energéticas para el Desarrollo Sostenible, de la Universidad ² politécnica de Valencia en España, el autor en su investigación concluye que: los resultados que se obtuvieron en el estudio económico, es favorablemente a favor de la implementación de la instalación, establecida su alta rentabilidad y viabilidad. Por otro lado, la consecuencia sobre el medio ambiente, tal y como se ha observado, se logran elevadas reducciones de contaminación y emisiones y, por tanto, un sello más verde para la empresa. Por esa razón, se estima que los ⁶⁵ objetivos marcados por el investigador para la puesta en marcha de esta instalación se alcanzan de forma clara y notable.

En otro trabajo para su tesis de Master (Ruiz, 2020) denominada ² "Study And Design Of A Photovoltaic Solar Installation On A Hotel In Krakow" ⁶⁶ (Estudio Y Diseño De Una Solar Fotovoltaica Instalación En Un Hotel En Cracovia). Para poder obtener su ¹⁷ grado de Master en Ingeniería Industrial, en la universidad politécnica de Valencia, el autor concluye que; La implementación de 228 módulos solares en el techo sur del hotel formarán un solar de 79,8 kW instalación fotovoltaica. En cuanto a los inversores utilizados, analizando los modelos de más de 20 kW de las mejores

marcas de calidad, se ha concluido que dos SUN2000-36KTL inversores de la marca Huawei Technologies generan el mejor rendimiento de la instalación. Así, se producirán 80.194 kWh/año, superando la mitad de los 150.000 kWh/años necesarios para satisfacer la demanda de luces, equipos HVAC y otros servicios públicos. Además, la producción anual de energía proporcionada por PV*sol es de 1.004,94 kWh por kW instalados, bastante superior al valor dado por PVGIS.

En el artículo enfocado a energías renovables, Manh et al. (2022) denominada ¹⁵ “Study on the Impact of Various Meteorological Data on the desing Perfomance of Rooftop Solar Power Projects in Vietnam: A Case Study of Electric Power University” (Un estudio sobre el impacto de varios datos meteorológicos en el rendimiento del diseño de proyectos de energía solar en techos de Vietnam: Un estudio de caso de la Universidad de Energía Eléctrica). En este artículo detallan que se han usado los datos obtenidos de la NASA y los datos que se de Meteororm,(programa de donde se obtienen datos meteorológicos), como base para las simulaciones de operalización, cabe resaltar que realizaron una comparativa de datos obtenidos de la Nasa con datos reales obtenidos de la ciudad de Hanoi, y con esto se concluyó que realizando la simulación con los datos ³⁸ de la NASA la energía eléctrica generada por el sistema fotovoltaico es más elevada que la obtenida con los datos reales, sin embargo el resultado obtenido en la universidad de Energía eléctrica, son valores similares a otros proyectos en el mundo, con esto como base los autores concluyeron que para obtener una mejor eficiencia de energía eléctrica por sistema fotovoltaico, y para tener un mayor impacto positivo económico se deben de usar los datos de Meteororm.

En el Artículo publicado, Dragos y Marcel (2023), denominada “Tilt Angle Adjustment for Incident Solar Energy Increase: Acase Study for Europe” (Ajuste del ángulo de inclinación para el aumento de la energía solar incidente: un estudio de caso para Europa), en el artículo hace enfoque a la importancia del ángulo de inclinación para maximizar la radiación solar y así poder tener un valor agregado a la energía eléctrica que es generada por los paneles fotovoltaicos, diversos ⁵⁹ estudios realizados en distintas partes del mundo se observó que la producción anual de energía eléctrica aumentó en un 6.6 % después de realizar un ajuste de inclinación a los paneles fotovoltaicos, de acuerdo al ángulo de inclinación la radiación solar puede aumentar anualmente en 10.5% , 10,7%, 11.7% de acuerdo

a los distintos ángulos como por ejemplo; los ángulos de inclinación óptimos semestrales (β_b), ángulos de inclinación estacionales (β_s) o ángulos de inclinación óptimos mensuales (β_m). Teniendo en cuenta que debido al ajuste del ángulo de inclinación de los paneles fotovoltaicos captan mayor radiación solar, y esto teniendo como consecuencia mayor energía eléctrica generada, el coste de inversión se recuperará en un menor periodo, obteniendo ganancias en un menor plazo.

Establecidos los antecedentes de nuestra investigación, se determinan los siguientes conceptos y teorías que están relacionadas a las variables de la investigación:

La tecnología solar fotovoltaica utiliza células fotovoltaicas ⁷³ para convertir la radiación solar en energía eléctrica, aprovechando materiales semiconductores como el silicio (OSINERGMIN, 2019). Los sistemas aislados, llamados Off-Grid, operan de forma independiente de ⁵¹ la red eléctrica, mientras que los sistemas conectados a la red, ON GRID, aprovechan la red para suministrar y vender energía (Cruz et al., 2022; Martínez et al., 2022).

La energía renovable, según Rodríguez (2019), es inagotable y se regenera naturalmente, obtenida de fuentes naturales de forma sostenible. La energía solar, como mencionan Linares et al. (2022), puede generar electricidad capturando la radiación solar.

La hora solar pico (HSP), definida por Bolaños et al. (2023), es la cantidad máxima de radiación solar recibida por un panel solar en una hora, equivalente a 1000 Wh/m².

Orientación: Castaño et al. (2022) es cuando el ángulo alfa (α) que se forma cuando la proyección del panel está sobre el plano horizontal direccionado al sur.

Inclinación: Castaño et al. (2022) se define como el ángulo beta (β) que se forma por panel solar y el plano horizontal.

Radiación solar: Quispe, et al. (2020) menciona que la radiación emitida del sol es una energía: libre, limpia e inacabable. Es alternante, solo se percibe en horas determinadas y en cada lugar. No es dominable, no se acomoda a nuestra curva de gasto periódico.

Por otro lado, según Castaño, et al., (2022) para poder calcular la irradiancia del sol que finalmente cae en una superficie arbitraria ubicada en la corteza terrestre será útil especificar tres diferentes tipos de radiación:

- Radiación Directa (B): Es la radiación solar recibida directamente del Sol, sin desviarse al atravesar la atmósfera (Fernández et al., 2021). De la Cruz et al. (2020) la define como la fragmentación de la irradiancia proveniente en línea recta desde el Sol.
- Radiación Difusa: Castaño et al. (2022) la caracterizan como una radiación anisotrópica que varía según la ubicación geográfica. Esta radiación incluye todos los rayos dispersos en la atmósfera y excluye la radiación directa del sol. Se considera un proceso aleatorio debido a la variabilidad de las propiedades atmosféricas en el tiempo.
- Radiación del Albedo: Según Castaño et al. (2022), esta radiación se origina desde el suelo adyacente, reflejando tanto la radiación difusa como la directa generada en el suelo. Perpiñan (2013) la describe como una fracción de la radiación que se refleja en la superficie del suelo, a veces insignificante debido a su pequeña contribución periódica.

La sumatoria de las tres variables constituye lo que se denomina irradiancia global.

$$G = B + D + R \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde:

$G = \text{Radiación global}$

$B = \text{Radiación directa}$

$D = \text{Radiación difusa}$

$R = \text{Radiación de albedo}$

El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico, según Vega et al. (2019), implica calcular las baterías y módulos necesarios para proporcionar energía eléctrica de manera confiable y satisfacer la demanda energética requerida durante todo el año. Los paneles fotovoltaicos, como describe Rodríguez (2020), generalmente consisten en un número específico de módulos conectados para alcanzar las condiciones de tensión, corriente y potencia necesarias. Por otro lado, según

García (2022), los paneles solares fotovoltaicos más comunes están compuestos por células fotovoltaicas fabricadas utilizando diversas tecnologías:

- Paneles monocristalinos
- Paneles policristalinos
- Paneles de silicio amorfo

Irradiancia: Gutiérrez et. al (2020), menciona como la magnitud que se utiliza para la potencia solar incidente por unidad de superficie, es utilizada para poder cuantificar la intensidad de la radiación, su unidad de medida se da en W/m².

En una instalación básica de generación autónoma de paneles solares que utilizan la energía solar fotovoltaica, puede estar compuesta por los siguientes componentes:

El módulo fotovoltaico, según Alata (2020), se compone de células solares individuales que pueden conectarse en paralelo y en serie, ubicadas dentro de una estructura de geometría cuadrilateral de contornos curvados. Las baterías de acumuladores, mencionadas por Guskov et al. (2023), pueden conectarse en paralelo o en serie según las necesidades de voltaje y capacidad de la instalación. Estas baterías almacenan ⁴³ la energía generada por los paneles solares para su uso en momentos de baja irradiación solar, como durante la noche, como señala Voropai (2020).

Regulador de carga: Ponce, et al. (2020) menciona que previene las descargas o sobrecargas desmedidas que se presentan en la batería de acumuladores y resguarda que los equipos intervengan a cada instante en su punto de más alta eficiencia. Se trata de un equipo electrónico que tiene como función de adaptar la carga de la batería y su liberación de carga por medio de los receptores que va a alimentar.

²⁶ El inversor, según Gruezo et al. (2022), es un dispositivo electrónico que convierte la corriente continua (CC) en corriente alterna (CA). Este equipo tiene varias características importantes, que incluyen el voltaje de salida del equipo de generación, la potencia máxima que puede convertir y su rendimiento.

Por otro lado, ⁷ (Rossa, 2023) comenta que los generadores fotovoltaicos abastecen de C.C. con 12 o 24 V, por lo cual se necesita ⁷ de un inversor que convierte, por medio de artefactos electrónicos, la corriente continua (C.C.) de 12 V de la batería en corriente alterna (C.A.) de 220 V de los artefactos de consumo.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y Diseño de Investigación

Para efectuar el dimensionamiento de un sistema de paneles solares fotovoltaicos en la empresa MB servicios generales, que está situada en el distrito de Ilo, de la Provincia de Ilo, en el departamento de Moquegua al suroeste del país, la metodología utilizada será:

3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación realizada, como menciona Fossa (2021), se caracterizó por ser aplicada y descriptiva. Su objetivo primordial consistió en adquirir conocimientos que pudiesen ser aplicados para resolver un problema práctico concreto, específicamente, el dimensionamiento del sistema de paneles solares. Para llevar a cabo este propósito, se recurrió a diversas fuentes como libros, tesis y artículos científicos, que sirvieron como guía en la búsqueda de datos y estadísticas pertinentes. Mediante un análisis detallado del comportamiento de los sistemas de paneles solares en distintos contextos, se logró obtener una comprensión más profunda de su funcionamiento práctico. Este enfoque descriptivo permitió identificar variables clave que influyen en su rendimiento y formular soluciones específicas para el dimensionamiento adecuado de los paneles solares.

3.1.2. Diseño de Investigación

Diseño no experimental: La presente investigación será no experimental, ya que se llevará a la práctica sin la manipulación deliberada de las variables para así se genere un impacto encima de otras variables (Arias, et al., 2021) y de nivel descriptivo puesto que se centra en describir las características o propiedades específicas de un fenómeno o situación sin buscar establecer relaciones causales o manipular variables de manera experimental. En este caso, se describe la situación actual de la demanda energética en MB Servicios Generales E.I.R.L.

3.2. Variables y Operacionalización

Para la actual investigación se tomarán en cuenta las siguientes variables:

- **Variable independiente:** Sistema de paneles solares. Según Rodríguez (2019). es la que causará que se genere una alteración en la variable dependiente.

De esta manera, un sistema de paneles solares provocará una alteración significativa en la variable dependiente, es decir se verá reflejada en la reducción de la facturación por cargo de energía mensual.

- **Variable dependiente:** Facturación por cargo de energía eléctrica. Según Medallo et al. (2020) serán todas aquellas que van a modificar o cambiarán a causa de la intervención de la variable dependiente.
En este sentido, la modificación de esta variable será consecuencia del dimensionamiento de sistemas de paneles solares, la cual se verá reflejada en las facturaciones por cargo de energía eléctrica.
- **Operacionalización de variables:** En esta sección tanto la definición conceptual, la definición operacional de variables, así como sus indicadores y su escala de medición, se encuentran en la tabla de operacionalización de variables en el anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1. Población: Holguer et al. (2021) argumenta que la población, o en conclusiones más concretas población objetiva, es el conjunto limitado o ilimitado de todos los elementos con características frecuentes para quienes van a ser extendidas las resoluciones de la investigación. También comenta que la población se verá delimitada por los objetivos del estudio y por el problema.

Por consiguiente, se seleccionará como población todos los documentos llamados facturas por el consumo de energía eléctrica desde abril del 2022 hasta mayo del 2023 de la empresa MB servicios generales E.I.R.L., ya que solo se tiene interés en esa única propiedad.

- **Criterios de inclusión:**
Todos los equipos eléctricos y electrónicos que consumen energía en la empresa MB servicios generales.

Para este criterio, se tendrá en cuenta las facturas por cargo de energía eléctrica emitidas por ElectroSur S.A., durante el periodo de los últimos 12 meses.

- **Criterios de exclusión:**

Todos los equipos que no se encuentren en las instalaciones, ya que no son parte de la facturación por cargo de energía.

Para este criterio, no se tendrá en cuenta la facturación por cargo de energía eléctrica anterior a los 12 meses previos a la población que se investigará.

3.3.2. Muestra: Según, Niño (2019) es el segmento característico que se selecciona de una magnitud o población para poder así favorecer su estudio. Como muestra se utilizarán los recibos con mayor facturación emitidos por ElectroSur S.A. a la empresa MB servicios generales E.I.R.L. Se elegirán las 6 facturaciones con mayor consumo para el estudio y así determinar los cálculos necesarios para el dimensionamiento y poder estimar la reducción proyectada al implementar un sistema de paneles solares.

3.3.3. Muestreo: Según Ñaupas et al. (2019) se dice que es un método que posibilita la separación de las unidades de estudio que configurarán la muestra, con el propósito de recolectar los antecedentes que son imprescindibles para la investigación que se anhela realizar.

Se emplea un muestreo de tipo no probabilístico por conveniencia porque se utilizará el periodo de consumo facturado pasados recolectados de los recibos emitidos por ElectroSur S.A. Tomando como referencia los 6 comprobantes de pago por consumo de energía eléctrica más elevados.

²
3.3.4. Unidad de análisis: Como **unidad de análisis** se tendrá **cada uno de** los recibos por consumo de energía eléctrica emitidos por ElectroSur S.A. a la empresa MB servicios generales, los que serán solicitados a la empresa para la investigación a realizar.

¹⁹
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

La técnica que será utilizada para la recolección de información y de **datos** se hará por medio de análisis de documentos brindados por la empresa (recibos por consumo de energía eléctrica el instrumento denominado a este tipo de información

se le denomina como ficha de análisis de documentos), así mismo se programaron reuniones y visitas a las oficinas de MB, también se utilizará la página de la NASA y el atlas solar mundial, para obtener antecedentes de irradiación solar, para obtener los datos indispensables para llevar a la práctica los cálculos de la cantidad requerida del recurso energético, así como costo de mantenimiento e instalación, también se utilizara la data de los equipos instalados, es decir cuánta energía consumen, con qué frecuencia son utilizados, se realizará un mapeo de las instalaciones para poder determinar la ubicación en donde podrían ubicarse los paneles solares y la técnica para este sería la observación directa, la herramienta para cada una de estos criterios a analizar sería una ficha de análisis de documentos (Montes, 2021).

La tabla 1 presenta las técnicas e instrumentos empleados para la recolección de datos.

Tabla 1

Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Técnica	Instrumento	Objetivo
Análisis de documental	Facturación eléctrica	Establecer el consumo energético
Análisis de documental	Ubicación de ambientes libres en la empresa MB	Delimitar espacio adecuado para el dimensionamiento.
Análisis de documental	Radiación en zona geográfica	Establecer la radiación existente en la provincia de Ilo.
Análisis de documental	Fichas técnicas de paneles solares	Seleccionar paneles solares

Fuente. Elaboración propia.

La tabla 1 resume las técnicas de análisis documental para dimensionar un sistema solar en MB Servicios Generales. Se enfoca en el consumo actual a través de la facturación eléctrica, identifica espacios disponibles en la empresa, evalúa la radiación solar en la provincia de Ilo y selecciona los paneles solares mediante fichas técnicas

La evaluación y validación de los instrumentos se realizó por los siguientes grupos de expertos, como se puede evidenciar en el anexo 4.

La tabla 2 presenta por quienes fue realizada la evaluación y validación de los instrumentos.

Tabla 2

Evaluación y validación de los instrumentos

EVALUACIÓN			
Instrumento	Juez	Grado profesional:	CPI
Registro de recolección de datos	Raúl Alberto Arteaga Rengifo	Maestría	300466
Registro de recolección de datos	Fredy Alberto Solis Fernández	Maestría	93001
Ficha de comportamiento de irradiación mensual	Edwin Huber Cuadros Camposano	Maestría	208704
Registro de facturación de consumo eléctrico	Edwin Huber Cuadros Camposano	Maestría	208704

Fuente. Elaboración propia.

La Tabla 2 destaca la evaluación de instrumentos por tres jueces expertos con maestría, cada uno aportando a la validación de herramientas como el registro de recolección de datos y la ficha de comportamiento de irradiación mensual.

3.5. Procedimientos

En primer lugar, para la elaboración del procedimiento se recurrió a diversas fuentes de información relacionadas con la investigación, ya sean documentales, estadísticas, revistas e investigaciones anteriores. Esto se hizo con el fin de poder identificar diversos factores del estudio que se estaba realizando. Esto era fundamental para sustentar la investigación.

En segundo lugar, se solicitó a la empresa M.B Servicios Generales E.I.R.L. los recibos de luz para tener un registro del consumo energético que tuvieron desde el mes de mayo del 2022 hasta mayo del 2023. A su vez, se identificaron las fuentes de energía más relevantes de la instalación, clasificando así los puntos energéticos entre insumos altos de energía, consumo regular y consumo bajo. Se realizaron cotizaciones de los diferentes componentes como tipos de cable, paneles solares, sistemas de protección, reguladores de carga y baterías, para poder determinar el costo total tentativo que tendría el emplear este proyecto, y en cuanto tiempo se estimaría la recuperación de la inversión realizada.

En tercer lugar, dimensionar el sistema de paneles solares fotovoltaicos, en cuanto a número de paneles solares necesarios, inversores, reguladores de carga,

acumuladores, sistemas de protección que se necesitan para un sistema autónomo óptimo para que así se genere una reducción en la facturación por cargo de energía eléctrica.

En cuarto lugar, se realizó una cotización de los diferentes componentes necesarios para el dimensionamiento de un sistema de paneles solares fotovoltaicos. Asimismo, se llevó a cabo la evaluación de la viabilidad del proyecto de acuerdo a los costos de inversión requeridos y sus beneficios.

3.6. Método de Análisis de Datos

A fin de realizar la valoración del gasto de energía eléctrica se utilizaron la hoja de cálculo de Microsoft Excel y Microsoft Word para la comparación del consumo mensual. Además, para la selección de los componentes del sistema de paneles solares, se utilizaron ecuaciones para calcular su dimensionamiento y las especificaciones técnicas de los equipos, obtenidas de los fabricantes. Asimismo, el análisis documental sirvió para determinar los datos actuales necesarios para la investigación a realizar.

3.7. Aspectos Éticos

Para el presente proyecto de investigación se honrarán los derechos de autoría al citar la información según la norma APA y se evitará toda alteración de los trabajos que se han realizado por ellos en el contexto de esta investigación; así mismo, se efectuará de manera transparente y responsable protegiendo, se guardará reserva los datos personales de la muestra de análisis evitando así la divulgación de información que podría poner en riesgo al personal y/o procesos internos de la empresa MB Servicios Generales y además se usarán criterios de veracidad y respeto en el resultado de la investigación.

IV. RESULTADOS

La muestra seleccionada para el estudio consistió en los 6 recibos de mayor facturación emitidos por Electrosur S.A. a la empresa MB Servicios Generales E.I.R.L. durante el período comprendido entre abril de 2022 y mayo de 2023. Estos recibos representaron los casos con el consumo de energía eléctrica más alto dentro de la población objetivo, lo que permitió realizar un análisis detallado de los patrones de consumo y calcular la reducción proyectada al implementar un sistema de paneles solares.

4.1. Evaluación de la demanda energética actual que consume la empresa MB Servicios generales.

4.1.1. Análisis de consumo eléctrico

Durante las visitas efectuadas en la empresa MB Servicios Generales, se emplea una herramienta de observación llamada "Ficha de datos" para mantener un registro completo de los equipos presentes. Esto implica registrar datos como la cantidad de equipos, su consumo de potencia, las horas de funcionamiento y, además, se categorizan los consumos por áreas específicas de la empresa, en este caso se cuenta con 3 áreas, área - Administrativa y de Planeamiento, área - Vivienda compartida y área – Taller.

En el área – Administrativa y de Planeamiento, se cuenta con 10 elementos, entre fluorescentes, computadoras, impresoras, entre otros. En el área administrativa y de planeamiento, se había instalado una potencia total de 3.85 kW, con un consumo diario de energía de 25.88 kWh. En el área administrativa y de planeamiento, se han instalado una variedad de dispositivos eléctricos, incluyendo tres fluorescentes de oficina, cada uno con una potencia de 18W y operando durante 6 horas al día, así como un fluorescente para servicios higiénicos con las mismas características, pero operando solo 1 hora al día. Además, se contaba con 4 computadoras de escritorio con una potencia individual de 400W y 5 computadoras portátiles con 300W cada una, todas operando durante 7 horas diarias. También se utilizaban una impresora formato A4 con 50W de potencia, una impresora multifuncional con 300W y dos sistemas de seguridad con 10W cada uno, funcionando las 24 horas del día. Finalmente, se empleaba un módem con una potencia de 4.64W durante

todo el día. Estos dispositivos contribuyeron a una potencia total instalada de 3,846.64W y una demanda diaria de energía de 25.88 kWh, proporcionando información esencial para la planificación y dimensionamiento del sistema de paneles solares requerido para satisfacer las necesidades energéticas del área en ese momento.

La Tabla 3 presenta un desglose exhaustivo de la demanda energética en el área administrativa y de planeamiento. Esta tabla enumera una variedad de dispositivos y equipos utilizados en el entorno, como fluorescentes de oficina, computadoras, impresoras y sistemas de seguridad. Cada elemento se detalla con su respectivo consumo de energía en vatios (W), las horas de uso diario y la energía requerida en vatios-hora (Wh) y kilovatios-hora (kWh) por día. De particular interés son las computadoras de escritorio, que se destacan como los principales consumidores de energía, seguidas de cerca por las computadoras portátiles y la impresora multifuncional. Estos datos son esenciales para calcular la potencia total instalada en este entorno y la energía necesaria diariamente. Esta información proporciona una base sólida para la determinación del tamaño adecuado del sistema de paneles solares necesario para satisfacer de manera sostenible la demanda energética de esta área administrativa y de planeamiento. En conjunto, la tabla ofrece información valiosa para la toma de decisiones informadas sobre la implementación de energía solar en este contexto específico.

La tabla 3 presenta la demanda energética requerida por el área administrativa y de planeamiento.

Tabla 3.

Demanda energética del área administrativa y de planeamiento en el 2023.

ÁREA ADMINISTRATIVA Y DE PLANEAMIENTO							
ITEM	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Potencia TOTAL (W)	Horas / día	Energía (Wh/día)	kWh/día
1	Fluorescente oficina 1	1.00	18.00	18.00	6.00	108.00	0.11
2	Fluorescente oficina 2	1.00	18.00	18.00	6.00	108.00	0.11
3	Fluorescente oficina 3	1.00	18.00	18.00	6.00	108.00	0.11
4	Fluorescente SSHH	1.00	18.00	18.00	1.00	18.00	0.02

5	Computadora de escritorio	4.00	400.00	1,600.00	7.00	11,200.00	11.20
6	Computadora portátil	5.00	300.00	1,500.00	7.00	10,500.00	10.50
7	Impresoras formato A4	1.00	50.00	50.00	5.00	250.00	0.25
8	Impresora multifuncional	2.00	300.00	600.00	5.00	3,000.00	3.00
9	Sistema de seguridad	2.00	10.00	20.00	24.00	480.00	0.48
10	Modem	1.00	4.64	4.64	24.00	111.36	0.11

POTENCIA INSTALADA (W)

3846.64

ENERGÍA REQUERIDA POR DÍA (Wh/día)

25 883.36

25.88

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 3 presenta la demanda energética para el área administrativa y de planeamiento de la empresa. Se detallan los elementos eléctricos utilizados, la cantidad, la potencia individual, la potencia total, las horas de uso diario, y la energía consumida en vatios-hora y kilovatios-hora por día. La potencia instalada totaliza 3846.64 W, mientras que la demanda energética diaria asciende a 25.88 kWh.

En el área – Vivienda Compartida, de igual manera se contó con 10 elementos. Donde se obtuvo una potencia total de instalación de 6.05 kW, así mismo, un consumo total de energía de 16.11 kWh/día.

La Tabla 4 proporciona una clara visión de la demanda energética en una vivienda compartida, detallando minuciosamente los dispositivos y equipos presentes, junto con su consumo de energía estimado en vatios (W), la cantidad de horas de uso diario y la energía requerida en vatios-hora (Wh) y kilovatios-hora (kWh) por día. Destaca de manera significativa la terma eléctrica y la cocina eléctrica como los principales consumidores de energía en esta vivienda compartida, con un alto consumo de 1,100 W y 1,500 W respectivamente. Además, se observa que la lavadora, los fluorescentes, los televisores LED y otros dispositivos contribuyen significativamente a la carga eléctrica diaria. La potencia instalada total en esta vivienda compartida asciende a 6,054.64 W, y la energía requerida diariamente alcanza los 16.11 kWh. Estos datos son fundamentales para comprender la demanda energética en un entorno residencial y son esenciales para la evaluación de la viabilidad de implementar fuentes de energía renovable, como paneles

solares, ⁷⁷ para satisfacer las necesidades de energía de esta vivienda compartida. En resumen, esta tabla ofrece información crucial ⁵⁸ para tomar decisiones informadas sobre la gestión de la energía en un entorno residencial compartido.

La tabla 4 presenta la demanda energética requerida por el área vivienda compartida.

Tabla 4.

Demanda energética del área vivienda compartida en el 2023.

VIVIENDA COMPARTIDA							
ITEM	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Potencia TOTAL (W)	Horas / día	Energía (Wh/día)	kWh/día
1	Terma eléctrica	1	1,100.00	1,100.00	2.00	2,200.00	2.20
2	Lavadora	2	1,500.00	3,000.00	2.00	6,000.00	6.00
3	Fluorescente ambiente 1	1	18.00	18.00	4.00	72.00	0.07
4	Fluorescente ambiente 1	1	18.00	18.00	4.00	72.00	0.07
5	Fluorescente ambiente 1	1	18.00	18.00	4.00	72.00	0.07
6	Fluorescente SSHH	1	18.00	18.00	2.00	36.00	0.04
7	Fluorescente cocina	1	18.00	18.00	6.00	108.00	0.11
8	TV LED 65"	3	120.00	360.00	4.00	1,440.00	1.44
9	Modem	1	4.64	4.64	24.00	111.36	1.11
10	Cocina eléctrica	1	1,500.00	1,500.00	4.00	6,000.00	6.00
POTENCIA INSTALADA (W)				6054.64			
ENERGÍA REQUERIDA POR DÍA (Wh/día)						16 111.36	16.11

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 detalla la demanda energética para la vivienda compartida, enumerando los electrodomésticos, su cantidad, potencia individual, potencia total, horas de uso diario y la energía consumida en vatios-hora y kilovatios-hora por día. La potencia instalada total asciende a 6054.64 W, mientras que la demanda energética diaria alcanza los 16.11 kWh.

En el área – Taller, estuvo conformada con 7 elementos. Donde se obtuvo una potencia total de instalación de 25.81 kW, así mismo, un consumo total de energía de 73.43 kWh/día.

La Tabla 5 ofrece una visión detallada de la demanda energética en un taller, donde se destacan las máquinas de soldar como el principal consumidor de energía con una potencia total de 15,000 W, lo que resulta en un consumo diario de 60 kWh. Además, se observa que las amoladoras manuales y de banco, junto con otras herramientas eléctricas como el taladro de columna y la compresora, contribuyen significativamente al consumo diario de energía. Los fluorescentes en el taller y el sistema de iluminación también representan una parte importante de la demanda energética. En resumen, esta tabla proporciona información esencial para comprender la demanda energética en un taller y es fundamental para la evaluación de la viabilidad de implementar fuentes de energía renovable para reducir los costos operativos y minimizar el impacto ambiental en este entorno industrial.

La tabla 5 presenta la demanda energética requerida por el área del taller.

Tabla 5.

Demanda energética del área del taller en el 2023.

TALLER							
ITEM	Descripción	Cantidad	Potencia (W)	Potencia TOTAL (W)	Horas / día	Energía (Wh/día)	kWh/día
1	Máquinas de soldar	3.00	5,000.00	15,000.00	4.00	60,000.00	60.00
2	Fluorescente SSHH	1.00	18.00	18.00	2.00	36.00	0.04
3	Fluorescentes almacén	1.00	18.00	18.00	6.00	108.00	0.11
4	Amoladora manual	6.00	1,500.00	9,000.00	1.00	9,000.00	9.00
5	Amoladora de banco	1.00	370.00	370.00	0.50	185.00	0.19
6	Taladro de columna	1.00	500.00	500.00	1.00	500.00	0.50
7	Compresora	2.00	450.00	900.00	4.00	3,600.00	3.60
POTENCIA INSTALADA (W)				25806.00			
ENERGÍA REQUERIDA POR DÍA (Wh/día)						73 429.00	73.43

Fuente: Elaboración propia

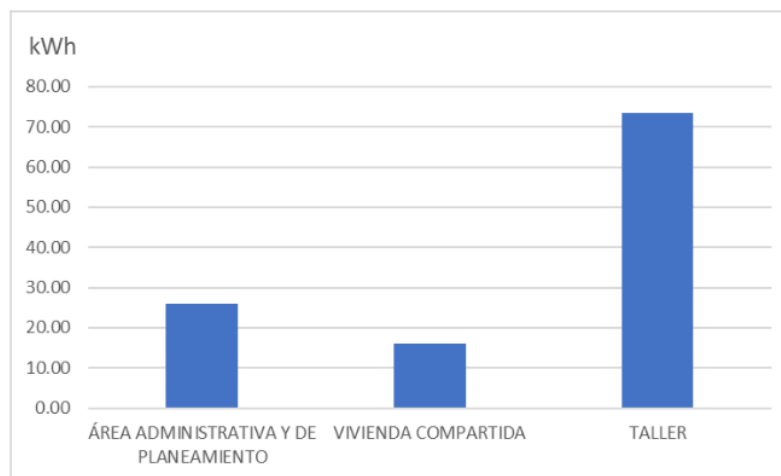
La Tabla 5 detalla la demanda energética para el taller, especificando herramientas y equipos, su cantidad, potencia individual, potencia total, horas de uso diario y la energía consumida en vatios-hora y kilovatios-hora por día. La potencia instalada totaliza 25,806 W, y la demanda energética diaria es de 73.43 kWh.

La tabla Figura 2, presenta un resumen claro y conciso de la demanda de energía en diferentes áreas de la empresa MB Servicios Generales. Se observa que el área de Taller tiene la mayor demanda de energía, con un consumo diario de 73.43 kWh, seguida por el área Administrativa y de Planeamiento con 25.88 kWh, y finalmente, la Vivienda Compartida con 16.11 kWh. Estos datos son fundamentales para comprender cómo se distribuye el consumo de energía en las diferentes secciones de la empresa.

La figura 2 presenta un gráfico comparativo del consumo eléctrico de las áreas.

Figura 2

Comparativa de consumo eléctrico de las áreas



Fuente. Elaboración propia

Según se puede visualizar en la figura 2, el área administrativa y de vivienda compartida es la que consume menos electricidad, el área del taller es donde existe más demanda energética.

4.1.2. Energía teórica requerida

En la presente investigación se buscará satisfacer la demanda energética del Área Administrativa y de Planeamiento, la cual es la que presenta el segundo mayor

consumo energético en la empresa MB Servicios Generales, como se puede observar en la Tabla 3.

La Tabla 3, que muestra la demanda energética en el área administrativa y de planeamiento de la empresa MB Servicios Generales, destaca por su potencial para implementar fuentes de energía renovable, como paneles solares. Con una potencia total instalada de 3.85 kW y un consumo diario de 25.88 kWh, esta área representa un segmento significativo de la carga eléctrica total de la empresa. Al abastecer esta área con energía solar, se puede lograr una reducción sustancial en los costos operativos y una mayor sostenibilidad, dado que las computadoras y otros dispositivos electrónicos son los principales consumidores de energía. Además, al tratarse de un espacio administrativo, es posible implementar medidas de optimización del consumo, lo que hace que sea una elección estratégica para reducir el impacto ambiental y los gastos de energía en MB Servicios Generales.

4.1.3. Energía real de diseño

Dado que en cualquier configuración eléctrica se experimentaron pérdidas inherentes en sus componentes, un sistema fotovoltaico no es la excepción, ya que también experimentan pérdidas en áreas como el almacenamiento de energía y el controlador de carga, entre otros aspectos. Por esta razón, se evaluó el rendimiento total del sistema (R) mediante la utilización de la ecuación 1.

$$R = (1 - k_b - k_i - k_r - k_v) * \left(1 - k_a * \frac{N}{P_d}\right) \quad \text{Ecuación [1]}$$

Donde:

Kb: Coeficiente de pérdida debido al rendimiento del acumulador.

Ka: Fracción de energía que se disipa por autodescarga.

Ki. Pérdidas vinculadas al rendimiento del inversor.

Kr. Pérdidas en el controlador de carga.

Kv: Pérdidas no previamente mencionadas.

N: Número de días de autonomía necesarios para garantizar un servicio sin carga.

Pd: Profundidad máxima de descarga permitida.

Los valores reemplazados se ubican en el anexo 7.

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.1 - 0.05) * \left(1 - 0.005 * \frac{15}{0.6}\right)$$

$$R = 0.656$$

Se procedió a hallar la energía real de diseño empleando la ecuación 2.

$$E = \frac{\text{Energía teórica}}{\text{Rendimiento global de la instalación}} \quad \text{Ecuación [2]}$$

$$E = \frac{25,883.36 \text{ Wh}}{0.656 \text{ día}}$$

$$E = 39,441.31 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} = 39.44 \frac{\text{kWh}}{\text{día}}$$

Al evaluar el rendimiento total del sistema fotovoltaico mediante la ecuación proporcionada, se obtiene un valor de $R = 0.656$, lo que significa que el sistema experimenta pérdidas en diversas áreas, como el acumulador, el inversor, el controlador de carga y otras fuentes no especificadas. Estas pérdidas son normales en cualquier configuración eléctrica y deben ser consideradas al dimensionar un sistema fotovoltaico. Luego, al calcular la energía real de diseño utilizando la ecuación correspondiente, se obtiene un valor de 39.44 kWh/día. Esto representa la cantidad de energía diaria que se puede esperar de manera realista del sistema fotovoltaico diseñado.

Como resultado final respecto a la evaluación de la demanda energética consumida por la empresa, tenemos una energía real de diseño a abastecer de 39.44 kWh y una potencia de 3.85 kW, perteneciente al área administrativa y de planeación.

4.2. Dimensionamiento de un sistema de paneles solares.

Se planteó la realización del estudio para determinar el dimensionamiento del sistema de paneles solares para reducir la facturación por cargo de energía, que a su vez contribuye a la conservación del medio ambiente.

Para poder realizar el dimensionamiento del sistema de paneles solares se recolectó la siguiente información y datos pertinentes necesarios.

Radiación solar:

Se utilizó el software NASA POWER para obtener datos de irradiación solar debido a su amplio reconocimiento y disponibilidad gratuita. Este software ofrece acceso a modelos climáticos y satelitales confiables y actualizados, permitiendo calcular la irradiancia solar en cualquier ubicación geográfica. Al ingresar las coordenadas de latitud y longitud correspondientes al área donde se encuentra ubicada MB Servicios Generales, se aseguró la fiabilidad de los datos obtenidos. Esta herramienta garantiza que los datos empleados para el análisis y diseño del sistema fotovoltaico sean precisos y pertinentes para las condiciones específicas de la región, lo que mejora la toma de decisiones y la eficacia del proyecto.

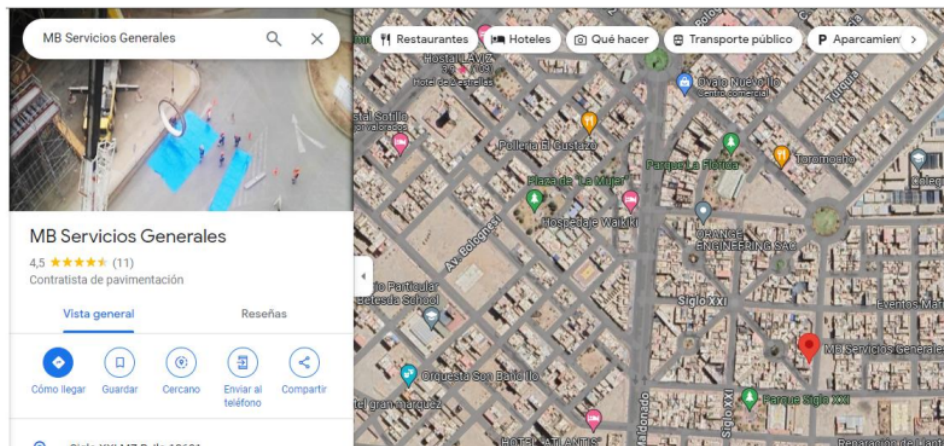
Latitud: -17.654364

Longitud: -71.327378

La figura 3 presenta la ubicación del taller MB Servicios Generales.

Figura 3

Ubicación de MB Servicios Generales



Fuente. Obtenido de Google Maps

En la figura 3 podemos visualizar la ubicación de la empresa MB Servicios Generales, en la ciudad de Ilo, Moquegua.

4.2.1. Recurso solar

Se extrajeron los datos de la página web NASA POWER por medio de su DATA ACCESS VIEWER, del cual se descargaron datos de irradiancia solar mensual en el año 2022, para respaldar la veracidad de la información y su libre acceso, se observa en el anexo 11. La tabla 6 presenta los datos de irradiación en el periodo 2022.

Tabla 6

Datos de irradiación solar año 2022

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Irradiación (kWh/m²)	7.96	7.46	6.08	5.74	5.12	4.96	5.07	5.78	6.83	7.74	8.81	8.92
Temperatura a max °C	26.73	26.65	26.31	27.33	25.02	22.93	21.68	22.46	22.75	21.05	24.76	25.51
Temperatura a min °C	16.32	15.88	15.37	13.48	12.91	10.56	9.9	10.94	10.43	10.73	12.09	14.12
Día nublados X semana	2.12	1.84	2.55	1.95	1.94	2.35	2.27	2.03	2.34	1.47	1.17	2.65

Fuente. Obtenido de NASA POWER

La tabla 6 proporciona información relevante sobre las condiciones climáticas y la radiación solar en la región a lo largo del año. Los datos de irradiación solar indican un aumento gradual desde marzo hasta noviembre, señalando los períodos de mayor potencial para la generación de energía solar. Además, las temperaturas máximas y mínimas mensuales reflejan las variaciones estacionales, lo que es crucial para comprender cómo las condiciones climáticas pueden influir en el rendimiento de los paneles solares. La cantidad promedio de días nublados por semana también arroja luz sobre la climatología local y su impacto en la disponibilidad de radiación solar. En resumen, estos datos son valiosos para profesionales y planificadores de energía solar, ya que les permiten tomar decisiones informadas y optimizar los sistemas solares en la región a lo largo del año.

Según los datos proporcionados, se puede notar que enero registra la temperatura más alta, alcanzando los 27.33 °C, mientras que la temperatura más baja, descendió hasta los 21.05 °C.

La tabla 7 presenta el promedio de datos del recurso solar en la zona.

Tabla 7

Promedio de datos del recurso solar en el año 2022

	PROMEDIO	MAX	MIN
Irradiación (kWh/m²)	6.71	8.92	4.96
Temperatura max °C	24.43	27.33	21.05
Temperatura min °C	12.73	16.32	9.90
Día nublados X semana	2.06	2.65	1.17

Fuente. Obtenido de NASA POWER

La Tabla 7 resume el promedio, máximo y mínimo de variables clave relacionadas con el recurso solar. La irradiación solar promedio es de 6.71 kWh/m², con variaciones máximas y mínimas de 8.92 kWh/m² y 4.96 kWh/m², respectivamente. Las temperaturas también exhiben variaciones estacionales, con promedios de 24.43°C y 12.73°C para máximas y mínimas, y extremos de 27.33°C y 9.90°C. La frecuencia promedio de días nublados por semana es de 2.06, con un máximo de 2.65 y un mínimo de 1.17.

El cálculo de la hora solar pico, basado en el valor mínimo de irradiación solar encontrado en la Tabla 7 (4.96 kWh/m²), es fundamental para determinar la máxima disponibilidad de radiación solar en un día específico. La hora solar pico representa el momento del día con la máxima intensidad de radiación solar. Este valor mínimo se utiliza en cálculos posteriores porque proporciona una referencia conservadora para estimar la producción de energía solar. Utilizar el valor mínimo asegura que los cálculos están basados en condiciones menos favorables, lo que resulta en un diseño más robusto y confiable del sistema solar, considerando posibles fluctuaciones o condiciones desafiantes.

4.2.2. Tensión del sistema

La tensión del sistema se ajusta según la carga eléctrica previamente establecida. Si la carga excede los 5 kW, se decide emplear una tensión de 48V.

4.2.3. Cálculo de la potencia del generador

Se toma en cuenta la energía planificada de 39.44 kWh al día, considerando la eficiencia global del sistema. Para determinar la Potencia del generador fotovoltaico (PG-FV)

$$P_{G-FV} = \frac{\text{Energía real de diseño}}{\text{Hora solar pico}} \quad \text{Ecuación [3]}$$
$$P_{G-FV} = \frac{39441.31 \frac{Wh}{\text{día}}}{4.96 \frac{h}{\text{día}}} = 7951.9 W$$

4.2.4. Número de paneles

En el campo de la energía solar fotovoltaica, la elección del tipo de panel solar ha sido siempre un paso crucial en el diseño y la implementación de sistemas de energía renovable. Entre los tipos más comunes se encontraban los paneles monocristalinos, policristalinos y los paneles con tecnología PERC (Passivated Emitter and Rear Cell), cada uno con características distintivas que los hacen adecuados para diferentes aplicaciones y condiciones ambientales. Se analizaron las ventajas y desventajas de cada tipo de panel solar para obtener una comprensión más clara de sus atributos y ayudar en la toma de decisiones informadas en proyectos de energía solar.

Tabla 8

Tipos de paneles fotovoltaicos

Tipo de Panel	Descripción	Ventajas	Desventajas
Monocristalino	Fabricado a partir de un solo cristal de silicio, lo que le otorga una apariencia uniforme y pura.	<ul style="list-style-type: none">- Mayor eficiencia en la conversión de luz solar.- Eficiencia espacial superior.- Mejor rendimiento en climas cálidos.	<ul style="list-style-type: none">- Costo inicial más alto.- Proceso de fabricación más intensivo.

Policristalino	Compuesto por múltiples cristales de silicio fundidos juntos, lo que da como resultado un aspecto moteado.	<ul style="list-style-type: none"> - Costo inicial más bajo. - Menor huella de carbono en la fabricación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Eficiencia ligeramente menor que monocristalino. - Mayor espacio requerido para la misma potencia.
PERC (Passivated Emitter and Rear Cell)	Paneles que incluyen una capa reflectante trasera, mejorando la eficiencia energética.	<ul style="list-style-type: none"> - Mayor eficiencia debido a la capa reflectante trasera. - Mejor rendimiento en condiciones de luz baja. 	<ul style="list-style-type: none"> - Costo inicial más alto que los paneles tradicionales. - Sensibilidad a la sombra.

Fuente. *Elaboración propia.*

Se analizaron tres propuestas de paneles solares de diferentes fabricantes y capacidades: el Panel Canadian Solar Hiku7 Mono 660W, el Panel ERA 400W PERC Monocristalino y el Panel JA SOLAR 545W Monocristalino PERC. Cada propuesta fue evaluada en función de sus características clave, incluyendo potencia nominal, tecnología, eficiencia, garantía y aplicaciones potenciales. Al comprender las especificidades de cada tipo de panel, se pudo tomar una decisión informada para satisfacer las necesidades específicas de cada proyecto, contribuyendo así a la expansión y el éxito continuo del sector de la energía solar fotovoltaica.

Tabla 9

Opciones de módulos fotovoltaicos

Característica	Canadian Solar HiKu7 Mono 660W	Panel Solar JA SOLAR 545W Monocristalino PERC	Panel Solar 400W PERC Monocristalino ERA
Tipo de células	Monocristalino	Monocristalino	Monocristalino
Potencia nominal	660W	545W	400W
Tecnología	PERC	PERC	PERC
Eficiencia	21.20%	21.10%	20.17%

Fuente. *Elaboración propia.*

En el proceso de selección del tipo y capacidad del panel solar para el proyecto, se llevó a cabo una evaluación de varios factores. Los paneles monocristalinos fueron

considerados debido a su alta eficiencia y rendimiento en climas cálidos, lo que los hacía ideales para maximizar la producción de energía en espacios limitados. Sin embargo, se notaba que tenían un costo inicial más elevado debido a su proceso de fabricación más intensivo. Por otro lado, se examinaron los paneles policristalinos, que eran más económicos y tenían una menor huella de carbono en su fabricación, pero ofrecían una eficiencia ligeramente inferior y requerían más espacio para generar la misma cantidad de energía. Además, se consideraron los paneles PERC, que incorporan una capa reflectante trasera para mejorar la eficiencia energética, siendo más eficientes en condiciones de luz baja, pero sensibles a la sombra y con un costo inicial más alto. En este contexto, la elección del Panel Canadian Solar Hiku7 Mono 660W se fundamentó en su mayor potencia nominal, eficiencia y tecnología PERC, lo que lo convirtió en la opción más adecuada para satisfacer las necesidades energéticas del proyecto con una mayor fiabilidad y tolerancia al sombreado.

Se eligió el modelo de Panel Canadian Solar Hiku7 Mono 660W cuyos datos técnicos se encuentran en el anexo 11.

La temperatura de la celda (T_c) se calcula utilizando la temperatura máxima obtenida de la Tabla 9, junto con la Temperatura Nominal de Operación del Módulo (TNOCT). Esto se realiza aplicando la ecuación 4.

$$T_c = T_a + G * \frac{TNOCT - 20}{800} \quad \text{Ecuación [4]}$$

En este contexto, "Ta" se refiere a la temperatura ambiente, "G" se refiere a la irradiancia, que tiene un valor normalizado de 1000W/m², y "TNOCT" se refiere a la Temperatura Nominal de Operación del Módulo.

Teniendo:

$$T_c = 27.33 + 1000 * \frac{41 - 20}{800} = 50.68 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Para determinar el número apropiado de paneles fotovoltaicos, es necesario realizar ajustes teniendo en cuenta la influencia de la temperatura. Por esta razón, se aplican las ecuaciones 5, 6 y 7 con el propósito de calcular la modificación en la potencia máxima, ¹¹ el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito.

$$\Delta P_{max} = (T_{cmax} - 25)^{\circ}C * Coef. T_{Pmax} \frac{\%}{^{\circ}C}$$

Ecuación [5]

$$\Delta V_{OC} = (T_{cmin} - 25)^{\circ}C * Coef. T_{Voc} \frac{\%}{^{\circ}C}$$

Ecuación [6]

$$\Delta I_{SC} = (T_{cmax} - 25)^{\circ}C * Coef. T_{Isc} \frac{\%}{^{\circ}C}$$

Ecuación [7]

Por lo que se obtiene:

$$\Delta P_{max} = (50.68 - 25)^{\circ}C * -0.35 \frac{\%}{^{\circ}C} = -8.99\%$$

$$\Delta V_{OC} = (9.9 - 25)^{\circ}C * -0.275 \frac{\%}{^{\circ}C} = 3.37\%$$

$$\Delta I_{SC} = (50.68 - 25)^{\circ}C * 0.05 \frac{\%}{^{\circ}C} = 1.28 \%$$

Utilizando las modificaciones previamente calculadas y aplicando las ecuaciones 8, ¹¹ 9 y 10, se determinan los ajustes correspondientes para la potencia máxima, el voltaje en circuito abierto y la corriente de cortocircuito. Estos ajustes son esenciales para llevar a cabo los cálculos finales destinados a determinar la cantidad adecuada de paneles fotovoltaicos.

$$P_{correg} = P_{max} + \Delta P_{max}$$

Ecuación [8]

$$V_{OC\ correg} = V_{OC} + \Delta V_{OC}$$

Ecuación [9]

$$I_{SC\ correg} = I_{SC} + \Delta I_{SC}$$

Ecuación [10]

Se calcula la cantidad de paneles fotovoltaicos en configuración paralela utilizando la ecuación 11.

$$N^{\circ}_{PP} = \frac{P_{G-FV}}{P_{correg} * N^{\circ}_{PS}}$$

Ecuación [11]

$$N^{\circ}_{PP} = \frac{7951.9 \text{ W}}{600.68 \text{ W} * 2}$$

$$N^{\circ}_{PP} = 7 \text{ paneles}$$

La ecuación 12 se emplea para ³ calcular la cantidad de paneles fotovoltaicos que deben conectarse en serie.

$$N^{\circ}_{PS} = \frac{V_{NOM}}{V_{PM}}$$

Ecuación [12]

Dónde:

N°_{PS} : Número de paneles en serie, V_{NOM} : Voltaje o Tensión del sistema y V_{PM} : Voltaje o Tensión de potencia máxima (Cantos, 2016).

En esta ecuación, " N°_{PS} " representa la cantidad de paneles conectados en serie, " V_{NOM} " denota el voltaje o tensión del sistema, y " V_{PM} " representa el voltaje o tensión de la potencia máxima.

$$N^{\circ}_{PS} = \frac{48 \text{ V}}{38.9 \text{ V}}$$

$$N^{\circ}_{PS} = 1.234$$

$$N^{\circ}_{PS} \approx 2 \text{ paneles}$$

De esta manera, la cantidad total de paneles empleados se calcula a través de la ecuación 13.

$$N^{\circ}_{PF} = N^{\circ}_{PS} * N^{\circ}_{PP}$$

Ecuación [13]

$$N^{\circ}_{PF} = 2 * 7$$

$$N^{\circ}_{PF} = 14 \text{ paneles}$$

En otras palabras, se utilizan un total de 14 paneles de la marca Era Solar, y para estimar la potencia que generan, se considera la potencia máxima ajustada en función del número de paneles, mediante la ecuación 14.

$$Potencia\ total\ generada = N^{\circ}_{PF} * P_{correg} \quad Ecuación\ [14]$$

$$Potencia\ total\ generada = 14 * 600.68\ W$$

$$Potencia\ total\ generada = 8409.45\ W = 8.41\ Kw$$

El cálculo de la cantidad adecuada de paneles fotovoltaicos para el sistema de generación de energía solar se basó en una serie de ajustes considerando las variaciones de temperatura. Se utilizó el modelo de panel Canadian Solar Hiku7 Mono 660W, y se aplicaron ecuaciones para estimar las modificaciones en la potencia máxima, el voltaje de circuito abierto y la corriente de cortocircuito debido a las condiciones ambientales. Luego, se determinó la cantidad de paneles en configuración paralela y serie, resultando en un total de 14 paneles utilizados en el sistema. La potencia total generada por estos paneles se estimó en 8.41 kW. Este proceso de cálculo es esencial para dimensionar adecuadamente el sistema y garantizar una generación de energía solar eficiente y sostenible en el contexto específico de la empresa MB Servicios Generales

4.2.5. Cálculo de la batería

El cálculo de la capacidad de la batería se realizó teniendo en cuenta la energía planificada o demanda energética, el período de autonomía deseado, y además se consideró el voltaje de la batería y la profundidad de la descarga. Esta tarea se llevó a cabo empleando la ecuación 15, la cual permitió determinar la capacidad necesaria de la batería para garantizar un suministro energético adecuado durante el período de autonomía establecido.

$$Capacidad\ (Ah) = \frac{Demanda\ Energética * Días\ de\ autonomía}{V_{NOM} * Profundidad\ Descarga} \quad Ecuación\ [15]$$

$$\text{Capacidad (Ah)} = \frac{39441.31 \frac{\text{Wh}}{\text{día}} * 3 \text{ día}}{48 \text{ V} * 0.6}$$

$$\text{Capacidad (Ah)} = 3629.15 \text{ Ah}$$

Para determinar la configuración de las baterías, la seleccionada fue Batería solar 48V 500Ah Sopzs, incluyendo el número de baterías en serie y en paralelo, así como el número total de baterías, se emplean las ecuaciones 16, 17 y 18, respectivamente.

$$N^{\circ} \text{ de bat. en serie} = \frac{\text{Tensión del sistema}}{\text{Tensión de la batería}} \quad \text{Ecuación [16]}$$

$$N^{\circ} \text{ de bat. en paralelo} = \frac{\text{Capacidad de la batería calculada}}{\text{Capacidad de la batería}} \quad \text{Ecuación [17]}$$

$$N^{\circ} \text{ Total bat.} = N^{\circ} \text{ de bat. en serie} * N^{\circ} \text{ de bat. en paralelo} \quad \text{Ecuación [18]}$$

Por lo tanto, el número de baterías son:

$$N^{\circ} \text{ de baterías en serie} = \frac{48 \text{ V}}{48 \text{ V}}$$

$$N^{\circ} \text{ de baterías en serie} = 1$$

$$N^{\circ} \text{ de baterías en paralelo} = \frac{3629.15 \text{ Ah}}{500 \text{ Ah}}$$

$$N^{\circ} \text{ de baterías en paralelo} = 5.44 \approx 6$$

$$N^{\circ} \text{ total de baterías} = 1 * 6$$

$$N^{\circ} \text{ total de baterías} = 6$$

Para calcular la capacidad total de las baterías, se tiene:

$$\text{Capacidad total de las baterías} = 6 * 500 \text{ Ah}$$

$$\text{Capacidad total de las baterías} = 4500 \text{ Ah}$$

4.2.6. Cálculo del regulador

La corriente nominal del regulador se calcula teniendo en cuenta la corriente máxima generada por el conjunto de paneles en paralelo, que es el resultado de multiplicar el número de paneles en paralelo por su corriente en cortocircuito corregida. Además, se incorpora un margen de seguridad mediante un factor de seguridad. Esto se logra aplicando la ecuación 19.

$$I_{reg} = N_{PP} * I_{SC\text{ correg}} * f.seg. \quad \text{Ecuación [19]}$$

En esta ecuación, " I_{reg} " representa la corriente nominal del regulador, " N_{PP} " corresponde al número de paneles conectados en paralelo, " $I_{SC\text{ correg}}$ " es la corriente en cortocircuito corregida, y " $f.seg.$ " indica el factor de seguridad utilizado.

Se aplica un factor de seguridad del 15% por lo tanto se tiene una corriente de regulador de:

$$I_{reg} = 14 * 12.45 * 1.15$$

$$I_{reg} = 100.20 \text{ A}$$

Donde se ha escogido un regulador 192V100A, cuyas características están en el anexo 13.

4.2.7. Cálculo del inversor

El inversor se determina en base a la potencia total del consumo, es decir, a la demanda energética. Dicha demanda se va a ver afectada por un factor de simultaneidad el cual se aplica puesto que no todos los equipos que consumen energía eléctrica van a ser puestos en funcionamiento a la vez. La potencia del inversor se calcula o establece mediante la ecuación 20.

$$P_{inv} = Demanda\ energética * f.s \quad \text{Ecuación [20]}$$

En este contexto, " P_{inv} " se refiere a la potencia del inversor, y " $f.s.$ " representa el factor de simultaneidad, que en este caso es igual a 0.7. Este valor se calcula tomando la relación entre la carga máxima total y la suma de las potencias nominales de los dispositivos.

$$P_{inv} = 3846\ W * 0.7$$

$$P_{inv} = 2692.65\ W$$

Donde se ha seleccionado un inversor 3000W 24V Voltronic Axpert VMIII, cuyas características técnicas está en el anexo 14.

Para determinar la sección de un conductor eléctrico en mm² se aplica la ecuación 21.

$$S = \frac{2 * \rho * L * I}{\% \Delta V} \quad \text{Ecuación [21]}$$

Dentro de esta ecuación, " S " representa el área transversal del conductor en milímetros cuadrados (mm²), " L " es la longitud del conductor en metros (m), " I " corresponde a la corriente en amperios (A), " $\% \Delta V$ " indica el porcentaje de caída de tensión, y " ρ " representa la conductividad del material, que en este caso es igual a 0.017 ohmios por milímetro cuadrado por metro ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

Debido a que el conductor eléctrico atraviesa varios segmentos desde el generador fotovoltaico hasta el regulador, luego desde el regulador a las baterías, después desde el regulador al inversor y finalmente desde el inversor al tablero, es necesario evaluar y determinar la sección del conductor para cada uno de estos tramos.

$$S_{\text{generador-regulador}} = \frac{2 * 0.017 * 7 * 121.52 \text{ A}}{3\% * 48}$$

$$S_{\text{generador-regulador}} = 17.2 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{regulador-baterias}} = \frac{2 * 0.017 * 4 * 121.58 \text{ A}}{3\% * 48}$$

$$S_{\text{regulador-baterias}} = 20.1 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{regulador-inversor}} = \frac{2 * 0.017 * 6 * 56.10 \text{ A}}{1\% * 48}$$

$$S_{\text{regulador-inversor}} = 31.8 \text{ mm}^2$$

$$S_{\text{inversor-tablero}} = \frac{2 * 0.017 * 12 * 7.81 \text{ A}}{3\% * 380}$$

$$S_{\text{inversor-tablero}} = 0.4 \text{ mm}^2$$

34

En la tabla 10 se presentan los resultados obtenidos, los cuales son 14 paneles Canadian Solar Hiku7 Mono 660W, la potencia total generada es de 8.41 kW. El sistema emplea baterías 48V 500Ah Sopzs, totalizando seis unidades. El regulador, con una corriente nominal de 100.20 A y un factor de seguridad del 15%, fue seleccionado con precisión. El inversor elegido, un Voltronic Axpert VMIII de 3000W 24V, considera un factor de simultaneidad del 70%. Las secciones de los conductores eléctricos, que varían desde 17.2 mm² hasta 0.4 mm² en diferentes tramos, fueron calculadas meticulosamente. Estos resultados corroboran un

dimensionamiento apropiado para la eficiente generación y almacenamiento de energía solar en las instalaciones de MB Servicios Generales.

Tabla 10

Componentes del sistema fotovoltaico

COMPONENTES	ESPECIFICACIÓN
Paneles Solares	14 paneles Canadian Solar Hiku7 Mono 660W
Baterías	6 baterías 48V 500Ah Sopzs
Regulador	Corriente nominal: 100.20 A, Factor de seguridad: 15%
Inversor	Voltronic Xpert VMIII 3000W 24V, Factor de simultaneidad: 70%
Conductores Eléctricos	Secciones variables desde 17.2 mm ² hasta 0.4 mm ²
Potencia Generada	8.41 kW

Fuente. Elaboración propia.

4.3. Determinar el VAN y TIR en función del ahorro en facturación.

Se determinó una inversión total.

La tabla 11 proporciona una visión detallada y clara ¹ de los costos asociados con la instalación de un sistema de energía solar. Es evidente que la mayor parte de la inversión se destina a los paneles solares, las baterías y el regulador de carga, lo que refleja la importancia de estos elementos en un sistema eficiente. Además, se incluyen los costos de componentes adicionales como el inversor, la llave termomagnética y otros accesorios. La tabla 10 es una herramienta valiosa para evaluar el presupuesto necesario para un proyecto de energía solar y brinda una idea clara de cómo se distribuye el gasto en los diversos componentes necesarios para aprovechar la energía renovable de manera efectiva.

³ En la tabla 11 se presentan los costos de inversión del sistema fotovoltaico.

Tabla 11

Costo de inversión del sistema fotovoltaico

ELEMENTO	INVERSIÓN		
	PRECIO	CANTIDAD	TOTAL
Panel Solar	S/ 569.10	14	S/ 7,967.40

Regulador de Carga	S/	3,480.00	1	S/	3,480.00
Baterías o Acumulador	S/	3,240.00	6	S/	19,440.00
Inversor	S/	3,230.50	1	S/	3,230.50
Llave Termomagnética	S/	45.00	1	S/	45.00
Caja combinadora	S/	160.00	1	S/	160.00
Cableados	S/	90.00	2	S/	180.00
Conectores y otros	S/	89.00	2	S/	178.00
soporte	S/	250.00	2	S/	500.00
TOTAL	S/	11,153.60		S/	35,180.90

² Fuente. Elaboración propia

La Tabla 11 presenta un desglose detallado de la inversión requerida para el sistema solar en MB Servicios Generales. Los elementos incluyen paneles solares, regulador de carga, baterías, inversor, llave termomagnética, caja combinadora, cableados, conectores, soportes y otros accesorios. El costo total de la inversión asciende a S/ 35,180.90, con los paneles solares representando la mayor parte de la inversión.

La ratio de inversión en soles por kilovatio (S/ kW) de fotovoltaico instalado en MB Servicios Generales es de aproximadamente S/ 4,178.22 por kW. Este cálculo se obtiene dividiendo el costo total de la inversión, que asciende a S/ 35,180.90, por la potencia total generada por los paneles solares, que es de 8.41 kW.

Así mismo, La tabla 12 que detalla los costos por capacitación es fundamental en cualquier proyecto de instalación, ya que refleja el presupuesto necesario para capacitar a los obreros. Es esencial destacar que, aunque el costo total es relativamente bajo, la inversión en capacitación es un componente crucial para garantizar la calidad y seguridad en la instalación de sistemas, como los mencionados previamente en la tabla de inversión. Esta inversión inicial en el desarrollo de habilidades del personal es una inversión a largo plazo, ya que asegura que los trabajadores estén debidamente preparados para llevar a cabo el proyecto de manera eficiente y segura, lo que puede ahorrar costos y prevenir problemas en el futuro.

Tabla 12

Costos por capacitación para la instalación del sistema fotovoltaico

COSTOS DE CAPACITACIÓN PARA INSTALACIÓN					
ELEMENTO		PRECIO	CANTIDAD	TOTAL	
Obreros	S/	150.00	4	S/	600.00
TOTAL	S/	150.00		S/	600.00

Fuente. Elaboración propia

La Tabla 12 presenta los costos asociados a la capacitación para la instalación del sistema solar en MB Servicios Generales. Se destinan S/ 150.00 por obrero, con un total de cuatro obreros capacitados, resultando en un costo total de S/ 600.00.

La tabla 13 que presenta los gastos anuales relacionados con elementos de oficina refleja una parte necesaria pero relativamente pequeña del presupuesto total de un proyecto. Aunque los gastos anuales de 50 soles pueden parecer insignificantes en comparación con los costos de inversión y capacitación, no deben pasarse por alto. Estos elementos de oficina son esenciales para mantener el funcionamiento adecuado de la administración y la gestión del proyecto a lo largo del tiempo. En última instancia, esta tabla destaca la importancia de la gestión financiera cuidadosa y el seguimiento continuo de los costos, incluso los más pequeños, para garantizar el éxito sostenible de cualquier empresa o proyecto.

Tabla 13

Gastos anuales del sistema fotovoltaico

GASTOS ANUALES					
ELEMENTO		PRECIO	CANTIDAD	TOTAL	
Elementos oficina	S/	50.00	1	S/	50.00
TOTAL				S/	50.00

Fuente. Elaboración propia

La Tabla 13 resume los gastos anuales asociados a elementos de oficina en MB Servicios Generales. Se destina un presupuesto de S/ 50.00 para un único elemento de oficina, resultando en un total de gastos anuales de S/ 50.00. Estos costos representan los recursos financieros destinados a mantener y renovar elementos esenciales en el entorno de oficina, contribuyendo al funcionamiento eficiente y al mantenimiento de las instalaciones.

La Tabla 14 que destaca ⁵³ los beneficios de la implementación de un sistema de energía solar es altamente alentadora. Muestra que la inversión inicial se recupera significativamente a lo largo del tiempo, con un ahorro de 10,791.14 soles anuales debido a la generación de 14,198.87 kWh de energía al año. Estos números demuestran claramente ⁷⁹ el potencial de los sistemas de energía solar para brindar ⁴⁵ beneficios económicos sostenibles a largo plazo al reducir los costos de energía ¹⁴ convencional. Esta información es crucial para tomar decisiones informadas y respaldar la adopción de fuentes de energía más limpias y eficientes.

La tabla 14 presenta los beneficios de la implementación

Tabla 14

Beneficios de la implementación del sistema fotovoltaico

Beneficio costo				
kWh/día	kWh/mes	kWh/año	Precio	Total
39.44	1183.23931	14198.8718	S/ 0.76	S/ 10,791.14

Fuente. Elaboración propia

Consecuentemente se procedió a analizar los resultados económicos del estudio.

La tabla 15 presenta los costos por facturación que tiene ⁴ la empresa en el periodo de un año.

Tabla 15

Facturación de la empresa periodo abril 2022 - marzo 2023

Mes	Lectura	KWh/Mes	Precio Unit. S/. /kw.h	Costo de energía S/.	IGV (18%)	Consumo facturarle con el IGV
Abr - 22	74 920	564	0.737	S/ 415.67	S/ 74.82	S/ 490.49
May - 22	75 444	524	0.7379	S/ 386.66	S/ 69.60	S/ 456.26
Jun - 22	75 938	494	0.7279	S/ 359.58	S/ 64.72	S/ 424.31
Jul - 22	76 410	472	0.7299	S/ 344.51	S/ 62.01	S/ 406.53
Ago - 22	76 919	509	0.733	S/ 373.10	S/ 67.16	S/ 440.25
Set - 22	77 491	572	0.7583	S/ 433.75	S/ 78.07	S/ 511.82
Oct - 22	192	552	0.7584	S/ 418.64	S/ 76.88	S/ 493.99
Nov - 22	752	560	0.7627	S/ 427.11	S/ 76.88	S/ 503.99
Dic - 22	1349	597	0.8014	S/ 478.44	S/ 86.12	S/ 564.55

Ene – 23	1977	628	0.7991	S/	501.83	S/	90.33	S/	592.17
Feb – 23	2654	677	0.7978	S/	540.11	S/	97.22	S/	637.33
Mar – 23	3252	598	0.7599	S/	454.42	81.795636.		S/	536.22
				S/	5,133.82	S/	843.82	S/	6,057.91

2

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 15 el valor de facturación de la empresa a la distribuidora en la ubicación actual, alquilada, asciende a S/ 6,057.91 anuales.

La tabla 16 muestra el estado de resultados proyectados a lo largo de 20 años, reflejando ingresos constantes de S/10,791.14 anuales y gastos de administración y ventas (GAV) de S/50.00 al año. Esto resulta en una utilidad anual de S/10,741.14. La consistencia en los ingresos y la eficiencia en la gestión de los gastos sugieren un modelo de negocio sólido que genera beneficios sostenibles a lo largo del tiempo. Esta información financiera es valiosa para la toma de decisiones estratégicas y la planificación a largo plazo.

Tabla 16

Resultados de estudio

Estado de resultados

Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ingresos	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14
GAV	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
Utilidad	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14

	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14	S/10,791.14
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00	S/50.00
S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4

Fuente. Elaboración propia

La Tabla 17 presenta el flujo de caja proyectado a lo largo de los primeros 20 años del proyecto. Muestra que en el año 0 se realiza una inversión inicial significativa de S/35,780.90, seguida de ingresos anuales de S/10,741.14 y gastos de inversión iguales durante los primeros 20 años. Esto resulta en un flujo neto de efectivo (FNE) negativo en el año 0 y positivo en los años subsiguientes. Esta tabla demuestra que, después de recuperar la inversión inicial en el primer año, el proyecto generará un flujo de efectivo positivo anualmente, lo que sugiere un retorno de inversión favorable a largo plazo.

Tabla 17

²¹ **Flujo de caja**

Flujo de caja										
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Utilidad		S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
Inversión	S/35,780.90	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
FNE	S/35,780.90	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14
10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14	S/10,741.14

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 18 presenta tres indicadores financieros clave para evaluar la viabilidad y el rendimiento de un proyecto. El VAN de S/13,337.08 indica que el proyecto generará un valor adicional de esa cantidad en comparación con la inversión inicial. La TIR del 29.86% sugiere que el proyecto es financieramente atractivo, ya que supera la tasa de descuento. Finalmente, la Relación Beneficio-Costo B/C de 1.37 muestra que, por cada sol de invertido, se obtendrán 0.37 de ganancia. Estos indicadores respaldan la solidez financiera del proyecto y son fundamentales para tomar decisiones informadas sobre su implementación.

La TMAR del 25.01% se estableció considerando el rendimiento esperado de inversiones comparables en el mercado, así como el nivel de riesgo asociado con el proyecto de instalación de energía solar. Esta tasa reflejaba un equilibrio entre la rentabilidad potencial y el riesgo percibido, asegurando que la inversión fuera atractiva en comparación con otras oportunidades disponibles y que también se compensara adecuadamente el riesgo inherente al proyecto.

Con una TMAR del 25.01%, se calculó el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) del proyecto de instalación de energía solar. Se utilizó esta TMAR como la tasa de descuento en los cálculos.

En este paso, se empleó la Tasa Mínima Atractiva de Retorno (TMAR) del 25.01% para recalculer el Valor Actual Neto (VAN) del proyecto de instalación de energía solar. Utilizando la fórmula del VAN, se descontó la inversión inicial de S/35,780.90 y los flujos de efectivo netos anuales de S/10,741.14 al presente, aplicando la TMAR como la tasa de descuento. Es decir, se dividió cada flujo de efectivo neto por (1 + TMAR) elevado al número de años correspondiente. Luego, se sumaron todos estos flujos descontados para obtener el nuevo VAN del proyecto.

$$VAN = \frac{-inversión\ inicial}{(1+r)^0} + \sum_{t=1}^n \frac{flujo\ de\ efectivo\ neto}{(1+r)^t} \quad \text{Ecuación [22]}$$

Para calcular la Tasa Interna de Retorno (TIR). Se empleó la fórmula del VAN, reemplazando la tasa de descuento por la TMAR del 25.01%.

El cálculo del VAN y TIR se realizó con la ayuda de una hoja de cálculo de Excel que se pueden observar en el anexo 19.

Cuyos resultados se pueden visualizar a continuación en la tabla 18.

Tabla 18

Indicadores

VAN	S/13,337.08
TIR	29.86%
B/C	1.37
PR	3 años y 4 meses

Fuente. Elaboración propia

El objetivo de este análisis financiero es evaluar la viabilidad de un proyecto de instalación de energía solar, teniendo en cuenta la inversión inicial detallada en la Tabla 10 y los costos asociados con capacitación y gastos anuales presentados en las Tablas 11 y 12, respectivamente. A lo largo de 20 años, se proyectan ingresos consistentes y gastos mínimos, lo que resulta en una utilidad anual positiva, como se muestra en la Tabla 16. Además, el flujo de caja refleja una inversión inicial significativa que se recupera en el primer año y luego genera un flujo de efectivo positivo anualmente, como se detalla en la Tabla 17. Finalmente, los indicadores financieros presentados en la Tabla 18, incluyendo un VAN positivo, una TIR atractiva y una relación B/C favorable, respaldan la solidez financiera y la rentabilidad del proyecto. En resumen, este análisis proporciona una sólida base financiera que sugiere que la implementación del proyecto es una inversión viable y beneficiosa.

VI. DISCUSIÓN

⁴⁶ Como resultado de la investigación se obtuvo que la demanda energética a cubrir es de 25.88 kWh/día, el sistema fotovoltaico seleccionado consta de 14 paneles Canadian Solar Hiku7 Mono, generando 8.41 kW, baterías de 48V 500Ah para 3 días de autonomía, regulador de 192V 100A y un inversor 3000W 24V Voltronic Axpert VMII. El análisis financiero a 20 años muestra una inversión inicial de S/35,780.90, recuperada en el primer año con ingresos anuales de S/10,791.14, resultando en un VAN de S/13,337.08, TIR del 29.86%, y una Relación Beneficio-Costo de 1.37. ⁷⁸ La propuesta de implementar un sistema fotovoltaico destaca por una rápida recuperación de la inversión en el primer año, respaldada por ingresos anuales sólidos. La elección de paneles eficientes, baterías para 3 días de autonomía y un inversor de calidad demuestra una planificación cuidadosa. ¹ El análisis de los resultados revela un ahorro anual significativo en costos de consumo de energía eléctrica, con un flujo de caja positivo y un periodo de retorno razonable. ⁷¹ Desde el punto de vista ambiental, la adopción de energía solar reduce emisiones de gases contaminantes y promueve la sostenibilidad. Desde un contexto científico social, en la actualidad la sostenibilidad energética es prioridad en el mundo, esta investigación nos permite tener ⁶³ un punto de vista práctico que apoya el uso de sistemas fotovoltaicos en entidades privadas tales como MB, aportando así al avance científico y promoción de buenas prácticas.

La metodología aplicada tuvo un enfoque cuantitativo, la cual nos da soluciones prácticas para abordar los desafíos energéticos, se destaca la relevancia del uso responsable de recursos. ⁴ No obstante, se debe tomar en cuenta algunas debilidades inherentes encontradas en la metodología, tal como el no poder manipular las variables, lo que comprometería los resultados obtenidos, así mismo la falta de un control sobre determinados factores podría alterar la validez y la adjudicación de las conclusiones, otra desventaja a tomar en cuenta es la ¹ consideración de la radiación solar como factor primordial, este punto de vista puede omitir factores críticos complementarios que pueden incurrir notablemente en la eficacia del sistema fotovoltaico. Pese a que sus debilidades reconocidas, las fortalezas que cuenta esta metodología no deben menospreciarse, dado que la precisión con la que se realizaron los cálculos de los costos y beneficios

relacionados a la implementación de un sistema fotovoltaico en un entorno empresarial es ventajoso, la adopción de tecnologías solares en este entorno facilita una toma de decisiones fundamentada, ¹ permitiendo a la empresa evaluar de manera efectiva los posibles impactos financieros y operativos de dicha adopción.

⁶ Los resultados obtenidos en el primer objetivo del estudio, que se centraron en analizar la demanda energética actual de la empresa MB Servicios Generales, arrojaron datos significativos. Dentro de las tres áreas existentes en la empresa, se identificó una potencia total de instalación de 3.85 kW con ³ un consumo total de energía de 25.88 kWh/día en el área Administrativa y de Planeamiento, la cual es el área elegida por conveniencia para cubrir el consumo energético requerido. La estrategia de focalizar el sistema en el área Administrativa y de Planeamiento refleja una planificación cuidadosa para aprovechar al máximo la generación de energía fotovoltaica y garantizar una cobertura efectiva de las necesidades energéticas de la empresa. Esta elección estratégica no solo maximiza la eficiencia operativa del sistema fotovoltaico, sino que también sugiere una comprensión profunda de las dinámicas internas de la empresa. Así mismo, en el transcurso de la investigación se encontró a López (2019), quien obtuvo como resultados una potencia necesaria de instalación de 13,8 kW, así mismo, una demanda a cubrir de energía estimada en 73,3 kWh de consumo diario. La capacidad proyectada es prometedora, sin embargo, la viabilidad del proyecto dependerá de un enfoque estratégico y una ejecución precisa para garantizar la sostenibilidad y rentabilidad del sistema propuesto. Al realizar el análisis de los resultados en ambas investigaciones, podemos determinar que la demanda requerida hallada por López, es mayor en un 183.47%, así mismo, la potencia de instalación es superior en un 257.14%, lo que concluye en que la investigación de López tiene mayor alcance de abastecimiento, por lo que implica costos de implementación más elevados. Así mismo, específicos en la elección de población y muestra refuerza la relevancia y precisión del estudio. Además, la diversidad de fuentes de información, como facturas de consumo, análisis geográficos y técnicos, respalda la robustez de la investigación. Sin embargo, la dependencia de datos históricos para proyecciones futuras y la naturaleza no experimental del diseño podrían limitar la capacidad de establecer relaciones causales. La metodología es cuantitativa, destaca por su enfoque

práctico, pero se sugiere cautela en ² la interpretación de los resultados dada la naturaleza ³³ descriptiva del diseño y la posibilidad de variabilidad en la calidad de los datos. Por lo que, la investigación sobre el dimensionamiento de un sistema de paneles solares en MB Servicios Generales es relevante tanto científica como socialmente. Desde el ámbito científico, aborda la aplicación práctica de conocimientos para resolver problemas específicos, contribuyendo al avance de las energías renovables en el sector empresarial. Utilizando criterios específicos y diversas fuentes, promueve un enfoque riguroso. Desde la perspectiva social, la adopción de tecnologías sostenibles beneficia económicamente a la empresa y contribuye al desarrollo sostenible y la reducción de la huella de carbono en la comunidad, generando impactos positivos.

Como resultados de la investigación, respecto al segundo objetivo, se obtuvo un sistema fotovoltaico compuesto por 14 paneles Canadian Solar Hiku7 Mono, generando una potencia de 8.41 kW. Baterías con una capacidad de 48V 500Ah las cuales pueden abastecer hasta un período de 3 días de autonomía. El regulador es de 192V 100A y el inversor 3000W 24V Voltronic Axpert VMIII. Cuyos datos indican una planificación integral, donde se ha valorado no solo la capacidad de generación sino también la autonomía y la fiabilidad del sistema, respaldando la implementación exitosa del sistema fotovoltaico en el contexto de la empresa. Estos resultados no solo destacan la importancia dada a la capacidad de generación, sino también la atención cuidadosa a la autonomía y confiabilidad del sistema, subrayando la base sólida para una implementación exitosa del sistema fotovoltaico en el entorno empresarial de MB Servicios Generales. En ¹ el desarrollo de la investigación se encontró a Niño (2019), donde ³ obtuvo como resultados el uso de ¹² 270 paneles solares de 370 W BAUER ENERGY y un inversor de corriente de marca la SIRIO K100. Estos resultados indican una planificación cuidadosa para asegurar un sistema fotovoltaico robusto y de alto rendimiento. La elección específica de marcas reconocidas sugiere una atención a la calidad y confiabilidad, elementos esenciales ¹² para garantizar el éxito en la implementación de la tecnología solar. Este enfoque meticuloso respalda la confiabilidad del sistema, elementos críticos en el contexto de la energía renovable. La comparación de estos resultados determina que la potencia de los módulos fotovoltaicos elegidos en nuestra investigación es mayor en un 77.84% a la realizada por Niño, sin embargo, la

cantidad de módulos fotovoltaicos empleada por Niño es mayor a la empleada en nuestra investigación. Este contraste ² destaca la importancia de considerar no solo la capacidad de generación individual de cada módulo, sino también la escala total del sistema al evaluar la eficacia y el rendimiento general. La metodología tuvo un enfoque cuantitativo, y aplicada en el sistema fotovoltaico implementado mejora la captación solar, pero se recomienda actualizar los equipos para optimizar el rendimiento, mejorar el almacenamiento y adaptarse mejor a las demandas específicas y variaciones climáticas, garantizando sostenibilidad y eficacia operativa a largo plazo. La investigación sobre el sistema fotovoltaico en MB Servicios Generales es relevante en el contexto científico y social debido a su contribución a la implementación exitosa de tecnologías sostenibles. Los resultados destacan la planificación integral, considerando no solo la capacidad de generación sino también la autonomía y fiabilidad del sistema. Al comparar con investigaciones anteriores, se subraya la importancia de la elección cuidadosa de componentes, sugiriendo una atención a la calidad y confiabilidad, factores esenciales para el éxito en la implementación de tecnologías solares. Esta investigación aporta valiosa información para el avance en la adopción de energías renovables, respaldando la sostenibilidad en el ámbito empresarial y conocimiento científico que guía ¹⁸ la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles.

Dentro de los resultados de la investigación, respondiendo al tercer objetivo, se encontró en ² un periodo de 20 años, una inversión inicial de S/35,780.90, un VAN de S/13,337.08, TIR del 29.86%, y una relación Beneficio-Costo de 1.37. Estos resultados indican que, a pesar de la inversión inicial, el proyecto presenta una rentabilidad atractiva y una capacidad para generar flujos de efectivo positivos a lo largo del tiempo. La TIR sugiere una tasa de retorno competitiva, mientras que el VAN y la Relación Beneficio-Costo respaldan la eficacia económica del proyecto. En conjunto, estos indicadores financieros respaldan la viabilidad y la perspectiva positiva del proyecto, proporcionando una base sólida para su implementación y sugiriendo beneficios financieros sostenibles en el futuro. En el transcurso de la investigación se encontró a Flores y Tapia (2023), cuyos resultados ² en un periodo de 25 años, una inversión inicial para su sistema fotovoltaico de S/134,580.15, un van de VAN de S/. 12 874,08, una TIR del 12%, Este panorama sugiere una estabilidad financiera a largo plazo, lo que refuerza la viabilidad de la inversión en

energía solar. La consistencia en los rendimientos respalda la posición de los sistemas fotovoltaicos como una opción estratégica para la generación de energía sostenible y destaca su contribución potencial a la transición hacia fuentes renovables, subrayando su papel clave en el panorama energético futuro. El análisis de estos resultados determina que la inversión inicial de Flores y Tapia es mayor en 275.62% a la de nuestro proyecto, así mismo, el VAN encontrado en nuestra investigación es un 3.61% más elevado que el de Flores y Tapia, por otro lado, la TIR hallada en nuestra investigación es mayor por un 17.86%. Estos hallazgos sugieren que, a pesar de la disparidad en los montos iniciales, nuestro proyecto presenta una rentabilidad más sólida y una capacidad superior para generar flujos de efectivo a largo plazo. Estos factores resaltan la importancia de no basar las decisiones únicamente en la magnitud de la inversión inicial, sino en la evaluación integral ⁴⁹ de los indicadores financieros para comprender completamente la viabilidad y el rendimiento de cada proyecto. La metodología es de enfoque cuantitativo, utilizada para el análisis financiero del proyecto de energía solar destaca por su claridad en ³⁷ el tipo de investigación aplicada y el diseño no experimental, así como por la diversidad de fuentes consultadas. Fortalezas incluyen la operacionalización de variables y la validación de instrumentos por expertos. Sin embargo, se evidencian debilidades como la falta mayor claridad en las medidas energéticas. A pesar de esto, la metodología siendo cuantitativa respalda de manera sólida los resultados financieros que confirman la viabilidad y sostenibilidad a largo plazo del proyecto de energía solar. En un momento donde la transición hacia fuentes de energía sostenibles es imperativa, ² este estudio contribuye a la comprensión práctica de la viabilidad económica y ambiental de proyectos solares. Además, la investigación aporta a la optimización continua del sistema. En el contexto social, la implementación exitosa de energía solar no solo beneficia a la empresa en términos económicos, sino que también ejerce un impacto positivo en la comunidad, fomentando prácticas sostenibles y sirviendo como ejemplo para la adopción generalizada de tecnologías verdes.

VII. CONCLUSIONES

1. El dimensionamiento del sistema fotovoltaico en la empresa MB Servicios Generales en 2023 resultó en una generación anual de 14,198.87 kWh, lo que se tradujo en un ahorro de S/ 10,791.14 en gastos por consumo de energía eléctrica, superando en un 177.5% la facturación anual de la empresa. Demostrando su aplicabilidad y eficacia para reducir costos y promover la transición hacia soluciones energéticas más eficientes.
2. La evaluación detallada de la demanda energética en MB Servicios Generales reveló que el área Administrativa y de Planeamiento fue la que más energía consumía, con una demanda real de 39.44 kWh y una potencia de 3.85 kW. Este modelo de evaluación de demanda energética puede ser replicable y ajustable para futuros proyectos, permitiendo una gestión precisa y personalizada del consumo energético en entornos comerciales y administrativos.
3. El dimensionamiento del sistema fotovoltaico incluyó 14 paneles Canadian Solar Hiku7 Mono con una potencia de 8.41 kW, baterías de 48V 500Ah para hasta 3 días de autonomía, un regulador de 192V 100A y un inversor de 3000W 24V Voltronic Axpert VMIII. La selección cuidadosa de cada componente garantiza eficiencia y rendimiento óptimos, proporcionando una guía valiosa para futuros proyectos de implementación de sistemas fotovoltaicos en diversas configuraciones y aplicaciones.
4. La evaluación financiera del proyecto demostró su viabilidad y atractivo económico a lo largo de un período de 20 años. Con una inversión inicial de S/35,780.90, la recuperación se logra en el primer año gracias a ingresos anuales consistentes de S/10,791.14. Indicadores como un VAN de S/13,337.08, un TIR del 29.86%, y una Relación Beneficio-Costo de 1.37, respaldan la solidez financiera del proyecto, destacando su rentabilidad a largo plazo y contribución a la sostenibilidad ambiental. La inclusión de medidas energéticas optimiza aún más el rendimiento y la rentabilidad del proyecto, asegurando beneficios económicos significativos y sostenibilidad financiera a largo plazo.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda dedicar especial atención a la optimización del diseño. Este aspecto incluye la cuidadosa planificación de la disposición de los paneles solares, considerando la inclinación y orientación ideales en función de la ubicación geográfica. Un diseño eficiente no solo maximiza la captación de energía solar, sino que también contribuye significativamente a la rentabilidad a largo plazo del sistema, asegurando una generación constante y sostenible.
- Se recomienda la elección de componentes de alta calidad es esencial para la durabilidad y el rendimiento sostenido de futuros sistemas fotovoltaicos. Desde los paneles solares hasta los inversores y las baterías, se debe priorizar la inversión en productos confiables y duraderos. Esta práctica no solo reduce los costos de mantenimiento a lo largo del tiempo, sino que también garantiza un funcionamiento óptimo del sistema, maximizando así la vida útil de los componentes.
- Se recomienda implementar sistemas de monitoreo continuo para evaluar el rendimiento en tiempo real. La supervisión constante permite identificar y abordar proactivamente cualquier anomalía o disminución en la eficiencia. Esta práctica asegura un funcionamiento óptimo a lo largo del tiempo, minimiza los tiempos de inactividad y contribuye a la rentabilidad sostenida del sistema fotovoltaico.
- Se recomienda explorar tecnologías emergentes en el campo de la energía solar. La investigación continua y la adopción de innovaciones pueden ofrecer mejoras significativas en la eficiencia y rentabilidad de los sistemas fotovoltaicos. Además, se sugiere invertir en la capacitación del personal para garantizar un conocimiento profundo del funcionamiento y mantenimiento adecuado del sistema, permitiendo una identificación eficiente y resolución de problemas para un rendimiento óptimo a largo plazo.

Dimensionamiento de sistema de paneles solares para reducción de facturación por cargo de energía en empresa MB Servicios Generales, 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

13%

INDICE DE SIMILITUD

11%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	3%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
4	es.scribd.com Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Tecsup Trabajo del estudiante	<1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador Trabajo del estudiante	<1%
8	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%

9	repositorio.unaj.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
10	zagan.unizar.es Fuente de Internet	<1 %
11	www2.ing.puc.cl Fuente de Internet	<1 %
12	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
13	www.olade.org Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Centro Europeo de Postgrado - CEUPE Trabajo del estudiante	<1 %
15	www.mdpi.com Fuente de Internet	<1 %
16	Allan Fernández González. "Percepción sobre la formación integral desde una universidad de Nicaragua", Ciencia e Interculturalidad, 2023 Publicación	<1 %
17	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
18	www.colombiaespasion.com Fuente de Internet	<1 %

19	repositorio.ute.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
20	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
22	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
23	Submitted to Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC Trabajo del estudiante	<1 %
24	mujeres-cabo-sabemos.fun Fuente de Internet	<1 %
25	www.pv-magazine.com Fuente de Internet	<1 %
26	www.toyoimport.com Fuente de Internet	<1 %
27	www.ser.org.pe Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco Trabajo del estudiante	<1 %
29	www.duckfin.com Fuente de Internet	<1 %

30	www.globalcompetitionforum.org Fuente de Internet	<1 %
31	www.proz.com Fuente de Internet	<1 %
32	www.theinsightpartners.com Fuente de Internet	<1 %
33	www.wisekey.com Fuente de Internet	<1 %
34	decon.edu.uy Fuente de Internet	<1 %
35	elcomercio.pe Fuente de Internet	<1 %
36	es.hfjnge.com Fuente de Internet	<1 %
37	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
38	ri.uacj.mx Fuente de Internet	<1 %
39	rraae.cedia.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
40	www.firstnews.com.mx Fuente de Internet	<1 %
41	www.gocnetworking.com Fuente de Internet	<1 %

42	www.imqiberica.com Fuente de Internet	<1 %
43	www.sfe-solar.com Fuente de Internet	<1 %
44	Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC Trabajo del estudiante	<1 %
45	budzianowski.eu Fuente de Internet	<1 %
46	doaj.org Fuente de Internet	<1 %
47	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
48	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
49	dspace.cordillera.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
50	h30114.www3.hp.com Fuente de Internet	<1 %
51	idoc.pub Fuente de Internet	<1 %
52	idus.us.es Fuente de Internet	<1 %
53	issuu.com Fuente de Internet	<1 %

<1 %

54

www.ecofys.com

Fuente de Internet

<1 %

55

www.grafiati.com

Fuente de Internet

<1 %

56

www.hum.umss.edu.bo

Fuente de Internet

<1 %

57

www.kerwa.ucr.ac.cr

Fuente de Internet

<1 %

58

www.meetup.com

Fuente de Internet

<1 %

59

www.slideshare.net

Fuente de Internet

<1 %

60

www.upf.edu

Fuente de Internet

<1 %

61

A. Martinez-Romero, J. F. Ortega, J. A. De-Juan, J. M. Tarjuelo, M. A. Moreno.

"Development of relative humidity models by using optimized neural network structures", Spanish Journal of Agricultural Research, 2010

Publicación

<1 %

62

Ekmel Geçer, Hakkı Bağcı. " Examining students' attitudes towards online education

<1 %

during COVID-19: evidence from Turkey () ",
Culture and Education, 2022

Publicación

63

Sugenith Margarita Arteaga Castillo. "Cultivos para el cambio climático: selección y caracterización de variedades de judía (*Phaseolus vulgaris* L.) y *Phaseolus lunatus* tolerantes a la sequía y salinidad", Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

64

Yali, Edgardo Araujo. "Inmersa: Modelo de Negocio de Capacitación en identificación de Riesgos Usando Realidad Virtual", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2022

Publicación

<1 %

65

adnmundo.com

Fuente de Internet

<1 %

66

amexen.org

Fuente de Internet

<1 %

67

ciencia.lasalle.edu.co

Fuente de Internet

<1 %

68

firmainf.es

Fuente de Internet

<1 %

69

ftaaimc.org

Fuente de Internet

<1 %

70	oiss.org Fuente de Internet	<1 %
71	qdoc.tips Fuente de Internet	<1 %
72	sed-ongd.org Fuente de Internet	<1 %
73	www.academia.edu Fuente de Internet	<1 %
74	www.cempre.org.uy Fuente de Internet	<1 %
75	www.huffingtonpost.com.mx Fuente de Internet	<1 %
76	www.iucn.org Fuente de Internet	<1 %
77	www.stfrancischapel.org Fuente de Internet	<1 %
78	www.studer-innotec.com Fuente de Internet	<1 %
79	www.waternunc.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Apagado

