



**UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA ELÉCTRICA**

## **TESIS**

**EVALUACIÓN DE LA POTENCIA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO  
AISLADO PARA EVALUAR EL COSTO ELÉCTRICO DEL  
GIMNASIO BELÉN DE LA PROVINCIA DE  
MARISCAL NIETO, MOQUEGUA 2023**

**PRESENTADA POR**

**BACHILLER MIGUEL ANGEL MANCHEGO MAMANI**

**ASESOR:**

**ING. VIGIL WUILBER MAMANI CORI**

**PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2024**



# Universidad José Carlos Mariátegui

## CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

El que suscribe, en calidad de Jefe de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ciencias, certifica que el trabajo de investigación (\_\_\_) / Tesis (x\_) / Trabajo de suficiencia profesional (\_\_\_) / Trabajo académico (\_\_\_), titulado **“EVALUACIÓN DE LA POTENCIA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA EVALUAR EL COSTO ELÉCTRICO DEL GIMNASIO BELEN DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO, MOQUEGUA 2023”** presentado por el(la) Bachiller **MANCHEGO MAMANI, MIGUEL ANGEL** para obtener el grado académico (\_\_\_) o Título profesional (x\_) o Título de segunda especialidad (\_\_\_) de: **INGENIERO MECÁNICO ELÉCTRICO**, y asesorado por el(la) **ING. VIGIL WUILBER MAMANI CORI**, designado como asesor con RESOLUCIÓN DE DECANATURA N°296-2023-DFAIA-UJCM, fue sometido a revisión de similitud textual con el software TURNITIN, conforme a lo dispuesto en la normativa interna aplicable en la UJCM.

En tal sentido, se emite el presente certificado de originalidad, de acuerdo al siguiente detalle:

Programa académico	Aspirante(s)	Tesis	Porcentaje de similitud
Ingeniería Mecánica Eléctrica	Manchego Mamani, Miguel Angel	“EVALUACIÓN DE LA POTENCIA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA EVALUAR EL COSTO ELÉCTRICO DEL GIMNASIO BELEN DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO, MOQUEGUA 2023”	25 %  (30 de diciembre de 2024)

El porcentaje de similitud del Trabajo de investigación es del **25 %**, que está por debajo del límite **PERMITIDO** por la UJCM, por lo que se considera apto para su publicación en el Repositorio Institucional de la UJCM.

Se emite el presente certificado de similitud con fines de continuar con los trámites respectivos para la obtención de grado académico o título profesional o título de segunda especialidad.

Moquegua, 30 de diciembre de 2024



UNIVERSIDAD JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI  
FACULTAD DE CIENCIAS

Dr. JAVIER PEDRO FLORES AROCUTIPA  
Jefe de la Unidad de Investigación

## CONTENIDO

Página de jurado .....	i
Certificado de originalidad.....	i
Dedicatoria .....	iii
Agradecimiento .....	iv
CONTENIDO .....	v
CONTENIDO DE TABLAS .....	ix
CONTENIDO DE ECUACIONES.....	x
CONTENIDO DE APÉNDICES .....	xi
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN .....	xiv

## CAPÍTULO I

### PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción de la realidad del problema .....	1
1.2. Definición del problema .....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos .....	4
1.3. Objetivos de la investigación .....	4
1.3.1. Objetivo general .....	4
1.3.2. Objetivos específicos .....	4
1.4. Justificación e importancia de la investigación.....	5
1.5. Alcances y limitaciones .....	6
1.6. Variables.....	7

1.6.1.	Variable independiente.....	7
1.6.2.	Variable dependiente.....	7
1.6.3.	Operacionalización de variables .....	7
1.7.	Hipótesis de la investigación.....	8
1.7.1.	Hipótesis general.....	8
1.7.2.	Hipótesis derivadas .....	8

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

2.1.	Antecedentes de la investigación.....	9
2.1.1.	Antecedentes internacionales .....	9
2.1.2.	Antecedentes nacionales .....	11
2.1.3.	Antecedentes locales .....	14
2.2.	Bases teóricas .....	16
2.2.1.	Paneles solares (Paneles fotovoltaicos).....	16
2.2.2.	La electricidad.....	28
2.3.	Marco conceptual .....	29
2.3.1.	Consumo. ....	29
2.3.2.	Electricidad. ....	29
2.3.3.	Fotovoltaico. ....	29
2.3.4.	Panel.....	30
2.3.5.	Potencia.....	30
2.3.6.	Sistema .....	30

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

3.1.	Tipo de la investigación .....	31
3.2.	Diseño de la investigación.....	31
3.3.	Población y muestra .....	31
3.3.1.	Población.....	31
3.3.2.	Muestra.....	31
3.4.	Técnicas e instrumentos para recolección de datos.....	32
3.4.1.	Técnica para la recolección de datos.....	32
3.4.2.	Instrumentos para la recolección de datos. ....	32
3.5.	Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	32

## **CAPÍTULO IV**

### **PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

4.1.	Presentación de resultados.....	33
4.1.1.	Cálculo de la potencia de iluminación del gimnasio Belén. ....	33
4.1.2.	Cálculo de la potencia de equipos del gimnasio Belén.....	35
4.1.3.	Cálculo de la potencia de refrigeración del gimnasio Belén. ....	37
4.1.4.	Presupuestos para la instalación de paneles solares.....	38
4.1.5.	Comparación de consumos eléctricos.....	39
4.2.	Contrastación de hipótesis.....	44
4.2.1.	Hipótesis general.....	44
4.2.2.	Hipótesis derivadas .....	44
4.3.	Discusión de resultados .....	45

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	49
------	--------------------	----

5.2. Recomendaciones .....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	52
APÉNDICES .....	58
MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	59

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1 Operacionalización de variables .....	7
Tabla 2 Cálculo del área.....	33
Tabla 3 Niveles de iluminación recomendados.....	33
Tabla 4 Cálculo de potencia y horas de uso de equipos.....	35
Tabla 5 Costo de los paneles solares .....	38
Tabla 6 Costo del sistema de montaje .....	38
Tabla 7 Costo del sistema de inversores .....	39
Tabla 8 Costo del cableado y componentes eléctricos .....	39
Tabla 9 Costo de instalación y mano de obra.....	39
Tabla 10 Resumen del presupuesto .....	39

## CONTENIDO DE ECUACIONES

	<b>Pág.</b>
Ecuación 1 .....	34
Ecuación 2 .....	35
Ecuación 3 .....	35
Ecuación 4 .....	35
Ecuación 5 .....	36
Ecuación 6 .....	36
Ecuación 7 .....	36
Ecuación 8 .....	37
Ecuación 9 .....	37
Ecuación 10 .....	37
Ecuación 11 .....	37
Ecuación 12 .....	38
Ecuación 13 .....	38

## CONTENIDO DE APÉNDICES

	<b>Pág.</b>
APÉNDICE 1. Ficha de registro.....	58

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo principal determinar la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2023. La metodología se enmarcó en un diseño no experimental, utilizando técnicas de análisis documental para recopilar datos sobre el consumo de energía eléctrica del gimnasio. La población de estudio consistió en 25 gimnasios en la Provincia de Mariscal Nieto, Moquegua, y la muestra se limita al Gimnasio Belén; el instrumento utilizado fue una ficha de registro, donde se registraron las potencias y otros datos relevantes para la comparación del consumo eléctrico antes y después de la instalación del sistema fotovoltaico. Los resultados obtenidos mostraron una potencia de iluminación de 180kwh; una potencia de equipos de 450kwh; una potencia de equipos de climatización de 30kwh y la comparación de consumos fue 660 kWh a 191 kWh reflejando un impacto positivo. Finalmente, se concluyó que la implementación del sistema fotovoltaico resultó en una significativa reducción del consumo eléctrico y los costos asociados para el Gimnasio Belén.

*Palabras clave:* Sistema fotovoltaico aislado, potencia, iluminación, equipos, refrigeración.

## ABSTRACT

The main objective of this study was to determine the power evaluation of an isolated photovoltaic system to evaluate the electrical cost of the Belén Gymnasium in Mariscal Nieto Province, Moquegua, in the year 2023. The methodology was framed in a non-experimental design, using documentary analysis techniques to collect data on the gymnasium's electrical energy consumption. The study population consisted of 25 gymnasiums in the Province of Mariscal Nieto, Moquegua, and the sample was limited to the Belén Gymnasium; the instrument used was a record card, where the power and other relevant data were recorded for the comparison of electricity consumption before and after the installation of the photovoltaic system. The results obtained showed a lighting power of 180 kWh; an equipment power of 450 kWh; an air conditioning equipment power of 30 kWh and the consumption comparison was 660 kWh to 191 kWh reflecting a positive impact. Finally, it was concluded that the implementation of the photovoltaic system resulted in a significant reduction of electricity consumption and associated costs for the Belen Gymnasium.

*Keywords:* Isolated photovoltaic system, power, lighting, equipment, refrigeration.

## INTRODUCCIÓN

La energía eléctrica se ha convertido en un recurso indispensable para el funcionamiento de cualquier empresa o negocio. Sin embargo, los costos asociados al consumo energético pueden representar un gasto importante, especialmente para establecimientos de alto consumo como gimnasios; ante este contexto, la implementación de fuentes renovables de energía como la solar fotovoltaica emerge como una alternativa sostenible para reducir la dependencia de la red eléctrica convencional.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la potencia, consumo, viabilidad técnica y económica de implementar un sistema fotovoltaico aislado para suministrar parte de la energía consumida en el gimnasio Belén ubicado en la provincia de Mariscal Nieto; esto permitirá determinar la configuración óptima en cuanto a paneles solares, baterías e inversores necesarios para lograr un ahorro significativo en la factura eléctrica del gimnasio.

Para lograr este propósito, inicialmente se caracterizará la demanda energética del gimnasio y se dimensionará de forma adecuada el sistema fotovoltaico. Posteriormente, se realizará un análisis de los costos de inversión y los beneficios proyectados durante la vida útil del sistema; finalmente, en base a indicadores económicos, se evaluará la rentabilidad de la propuesta y se establecerán las conclusiones y recomendaciones correspondientes, aportando criterios para la toma de decisiones por parte de los propietarios del gimnasio.

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Descripción de la realidad del problema**

A nivel internacional, la energía eléctrica se ha convertido en un servicio indispensable para el desarrollo económico y social; sin embargo, según la Agencia Internacional de Energía (2022), actualmente hay cerca de 770 millones de personas en el mundo que aún no tienen acceso a la electricidad, esta situación ocurre principalmente en zonas rurales y remotas de países en vías de desarrollo, donde extender la red eléctrica resulta muy costoso (Sustainable Energy for All, 2022).

Ante este panorama, los sistemas de energía renovable distribuida, como la energía solar fotovoltaica, emergen como una solución viable y sostenible para electrificar estas comunidades aisladas; según un informe de la ONG GOGLA (2022), ya para 2020 la capacidad instalada mundial de sistemas fotovoltaicos aislados alcanzó los 180 MW, beneficiando a millones de personas y se espera que esta tecnología siga creciendo exponencialmente durante la presente década (International Renewable Energy Agency, 2022).

Sin embargo, en muchos casos la adopción de estos sistemas se ha visto limitada por una inadecuada evaluación de los requerimientos de potencia eléctrica y de los costos asociados (Bhattacharyya & Palit, 2022); dimensionar correctamente un sistema fotovoltaico aislado para una carga específica no es trivial, e involucra un análisis tanto técnico como económico (Bakhiyi et al., 2022). Por ello es crucial desarrollar metodologías apropiadas para realizar estas evaluaciones, de forma que los proyectos fotovoltaicos aislados puedan ser eficientes, confiables y costo-competitivos (Mazumder et al., 2022).

A nivel nacional, se estima que aún existen alrededor de 500 mil peruanos sin acceso al servicio eléctrico (OSINERGMIN, 2021), mayormente distribuidos en zonas rurales de la Sierra y Selva del país; para solucionar esta problemática, el Estado impulsa proyectos de electrificación rural, donde la energía solar fotovoltaica está cobrando un protagonismo importante (DGEE, 2022).

Los elevados costos de la energía eléctrica convencional representan actualmente una gran carga económica para muchas edificaciones en el Perú, especialmente en regiones donde las tarifas son más altas; los gimnasios no son la excepción ya que requieren importante cantidad de electricidad para su funcionamiento con iluminación, equipamiento, áreas de entrenamiento, etc (Tipula & Villaraca, 2022). Uno de estos casos es el gimnasio Belén, ubicado en la provincia de Mariscal Nieto en Moquegua, si bien ya cuenta con conexión a la red eléctrica, tiene altos consumos energéticos y la tarifa eléctrica en esta región se encuentra por encima del promedio nacional (S/ 0.45/kWh).

Según datos del gimnasio, su consumo mensual tiene la siguiente distribución: Iluminación: 35 %; Equipos deportivos: 25 %; Climatización y ventilación: 20 %; Oficinas y áreas comunes: 15 % y otros usos: 5 %. Esto representa un gasto energético total aproximado de S/ 900 mensuales solo en electricidad según sus recibos; este monto impacta significativamente en los costos operativos del gimnasio, reduciendo sus utilidades.

Ante esta problemática, una alternativa es evaluar la implementación de un sistema de paneles solares fotovoltaicos como fuente complementaria o incluso principal de electricidad, si bien la inversión inicial puede ser alta, a largo plazo esto permitiría optimizar costos energéticos al máximo. No obstante, no se conoce en detalle los requerimientos técnicos y económicos de un sistema fotovoltaico en las instalaciones del gimnasio Belén. Es preciso entonces realizar una rigurosa evaluación del dimensionamiento, potencia necesaria, componentes y costos asociados a la implementación de dicho sistema fotovoltaico; ello garantizaría obtener una solución óptima y rentable para reducir la dependencia del gimnasio Belén.

## **1.2. Definición del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cuál es la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?

### **1.2.2. Problemas específicos**

P.E.1 ¿Cuál es la potencia de iluminación requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?

P.E.2 ¿Cuál es la potencia de equipos requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?

P.E.3 ¿Cuál es la potencia de refrigeración requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?

P.E.4 ¿Cuál es el consumo antes y después de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

O.E.1 Identificar la potencia de iluminación requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

O.E.2 Identificar la potencia de equipos requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

O.E.3 Identificar la potencia de refrigeración requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

O.E.4 Comparar el consumo antes y después de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

#### **1.4. Justificación e importancia de la investigación**

La ejecución de la tesis responde a una necesidad apremiante de abordar desafíos energéticos y económicos específicos en el contexto local. Esta investigación tiene su origen en diversas motivaciones clave que justifican su relevancia y contribución potencial; en primer lugar, la transición hacia fuentes de energía más sostenibles se ha vuelto imperativa en el escenario global, donde el cambio climático y la búsqueda de alternativas a los combustibles fósiles son temas centrales. La elección de un sistema fotovoltaico aislado para el Gimnasio Belén se enmarca en este contexto, buscando ofrecer una solución localizada y eficaz para optimizar el consumo de energía y reducir la huella de carbono.

La Provincia Mariscal Nieto, específicamente Moquegua, presenta características geográficas y climáticas únicas que la hacen propicia para la implementación de sistemas fotovoltaicos, la radiación solar abundante en la región brinda una oportunidad única para evaluar la viabilidad y eficacia de un sistema fotovoltaico aislado; la adaptación a estas condiciones locales es esencial para maximizar la eficiencia del sistema, y la investigación contribuirá a comprender

cómo los factores específicos de Moquegua afectan el rendimiento de los sistemas fotovoltaicos.

El Gimnasio Belén, como instalación pública vital en la provincia, enfrenta desafíos particulares en términos de eficiencia energética y costos operativos; la mejora de la eficiencia no solo tiene beneficios económicos directos al reducir los costos de electricidad, sino que también genera impactos ambientales positivos al disminuir el consumo de energía no renovable. Al elegir este sitio como objeto de estudio, la investigación busca generar resultados aplicables y beneficios tangibles para la comunidad local. Además de su enfoque práctico y local, la tesis contribuye al conocimiento científico y técnico en el campo de la energía renovable y la evaluación de sistemas fotovoltaicos aislados; la recopilación y análisis detallado de datos específicos de Moquegua no solo informarán las decisiones locales, sino que también añadirán información valiosa al corpus de conocimiento global sobre energías renovables.

### **1.5. Alcances y limitaciones**

El principal alcance de la investigación es poder evaluar la potencia de un Sistema fotovoltaico o también llamado paneles solares para contribuir al ahorro eléctrico del gimnasio Belén de la Provincia de Mariscal Nieto y a su vez esta investigación pueda incentivar el ahorro eléctrico a emprendedores que utilizan la energía eléctrica para las operaciones en gimnasios.

Las limitaciones que pueden presentarse es la no cooperación de la gerencia o administrador de un gimnasio para poder evaluar su consumo eléctrico o también

que el gimnasio no desee innovar sus metodologías de trabajo a pesar de que este proyecto presente una viabilidad positiva y garantizada.

## 1.6. Variables

### 1.6.1. Variable independiente

Potencia de un Sistema Fotovoltaico

### 1.6.2. Variable dependiente

Consumo eléctrico

### 1.6.3. Operacionalización de variables

**Tabla 1**

*Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medición</b>	<b>Instrumento de medición</b>
Variable independiente: Potencia de un Sistema fotovoltaico	La potencia de un sistema fotovoltaico se refiere a la cantidad de energía eléctrica que puede generar a partir de la radiación solar. Se mide en vatios (W) o kilovatios (kW) y determina su capacidad de producción energética.	Potencia de iluminación  Potencia de equipos  Potencia de refrigeración	kw	Ficha de registro
Variable dependiente: Costo eléctrico	El Costo eléctrico es la energía consumida por una propiedad en un cierto tiempo; por lo general se calcula mensualmente y varia depende a su utilización partiendo del uso doméstico o industrial.	Consumo mensual antes de la instalación  Consumo mensual después de la instalación	S/  kwh	

## **1.7. Hipótesis de la investigación**

### **1.7.1. Hipótesis general**

La evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado reducirá considerablemente el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

### **1.7.2. Hipótesis derivadas**

H.E.1 La potencia de iluminación es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

H.E.2 La potencia de equipos es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

H.E.3 La potencia de refrigeración es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024

H.E.4 La comparación de consumo antes y después de la instalación es significativo de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024, teniendo en cuenta dos casos o alternativas.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Antecedentes internacionales**

Vargas (2019) en su investigación “Dimensionamiento e instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento de agua de una piscina de, ubicada en Sangolquí (Bachelor's thesis, Quito, 2019” concluyó que la estimación de las partes adicionales y de los diferentes suplementos del marco de calentamiento se terminó por las referencias de algunos creadores de tareas comparables, considerando lo que se presenta en el mercado ecuatoriano. La asistencia de la programación RETSCREEN trabaja en el dimensionamiento del grupo planetario. Dentro de la derecha y cauteloso para mantenerse alejado de las roturas y el suelo a la hora de ser introducido en un nivel más elevado con respecto a la piscina sobre la base de que a causa de caso causó su utilización y detener el marco; para la comprobación de la intensidad sifón alude a la sifón rigurosamente se somete a la información introducida en el regulador y la progresión de agua que fluye; en el marco primario regulador da una actividad que depende de mirar las temperaturas entre el recolector y el agua de la piscina para encender o apagar el agua que fluye.

Tovar (2022) en su investigación “Plan de negocio para diseñar una propuesta de implementación de paneles solares para una mejor calidad de vida en la urbanización la Fortuna situada en la vereda de Sardinata municipio de Acacias Dpto. del Meta” concluyo que la posibilidad de los cargadores alimentados por la luz solar será reconocida para mejorar la eficiencia en lugares con poco acceso a la energía regular, con este pensamiento se dará una forma de vida superior a estos hogares. El objetivo se cumplió, ya que la urbanización de la fortuna situada en el municipio de Sardinata, región de Acacias, Departamento del Meta, necesita ejecutar cargadores alimentados por luz solar para trabajar en la satisfacción personal de los ocupantes de esta urbanización. El difícil acceso de las calles impediría la efectividad de la obra y la hora de transporte causando restricciones en cuanto al tiempo en que la obra estaría terminada, dificultando el acceso a los materiales y el transporte de los especialistas que introducirán los cargadores solares; se quiere profundizar en el perfeccionamiento de los cargadores solares para aliviar el efecto sobre el clima, trabajar sobre su plazo y de esta manera disminuir el soporte de los cargadores solares.

Pérez (2021) en su investigación “Ahorro de consumo de electricidad en una instalación de placas solares fotovoltaicas para una vivienda” concluyo que se llevó a cabo una investigación especializada del establecimiento, en la que se

obtuvieron datos espeluznantes. Con una creación completa prevista de 4704,04 kW en contraste con los 7647 kW de utilización de energía, se evaluó que el desarrollo de los cargadores basados en la luz solar abordará el 61,52% de la utilización anual de la vivienda unifamiliar. De este modo, los fondos de inversión en energía serán la mayor parte, superando los supuestos y objetivos subyacentes de la empresa. Además, como indica la investigación monetaria realizada, se puede deducir que la instalación de cargadores fotovoltaicos alimentados por luz solar de estas características es una empresa totalmente productiva y adecuada desde el punto de vista financiero. Como cuestión de cierta importancia, el VAN obtenido (que aborda la productividad total de la tarea teniendo en cuenta la empresa subyacente) mostró un valor de 6415,98 euros. Esta cifra positiva afirma que la empresa es sin duda productiva. Esto se ve confirmado por el Ritmo Interno de Retorno, en el que se ha obtenido una TIR del 12,216%. Una vez más, este valor confirma la viabilidad de la tarea, ya que está muy por encima de la tasa de reembolso que se consideró en ese momento (4,5%).

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Olivera (2021) en su investigación “Diseño De Paneles Solares Termico De Respaldo Para Proveer Agua Caliente Al Hospital María Reiche, Marcona-Ica concluyo que el plan del establecimiento basado en la luz solar incluye la demostración en AutoCAD, a través de la norma RNE (Directrices de Estructuras Públicas), hemos considerado la asignación de valor que el curso está hecho por cursos con una anchura de al menos 60 cm, entonces, en ese punto, se presumió que el plan es ideal, se realizó el dimensionamiento de las diversas partes del establecimiento orientado al sol a través de la Programación de información

Succeed, Los cálculos se realizaron utilizando diferentes índices de herrajes y la norma Ceremonia (Directriz de Establecimientos Tibios en Estructuras), que muestra los componentes de los canales por los que discurren el agua y el engranaje. C.S.) a 55°C; fue factible realizar los cálculos y pensar en los resultados que estaban dentro de los límites caracterizados por la RNE (Directrices de Estructuras Públicas) y la NTS (Norma Especializada de Bienestar) - 119, entonces, en ese momento, se resolvió que las calidades y los resultados obtenidos eran reverenciados por las directrices, con lo cual se razonó que el plan cubre las necesidades energéticas para la creación de A.C.S.

Neyra & Bazán (2020) en su investigación “Estimación del Potencial de Energía Empleando Minería de Datos para el Diseño de un Sistema Fotovoltaico para el Sector San Isidro, Jaén-Perú” concluyo que para abastecer el interés energético de las 22 viviendas de la zona de San Isidro es de 5.540 W, con una utilización diaria de 31.240 Wh, a lo que se añade la consideración del clima. San Isidro es una región adecuada para la ejecución de marcos fotovoltaicos independientes. En el presente trabajo, un modelo a la luz de las redes cerebrales con siete factores de información y una variable de resultado no del todo en piedra. Ha sido aprobado utilizando información obtenida de la estación meteorológica de la UNJ, con una calidad constante de 0,89%, a partir del coeficiente de relación ( $R^2$ ) es de 0,8976, esto implica que el modelo y la aprobación son confiables, si el  $R^2 = 1$  esto sería 100% sólido; San Isidro es una región adecuada para la ejecución de marcos fotovoltaicos independientes, ya que tiene un área topográfica clave y un entorno adecuado para el funcionamiento legítimo del hardware introducido. Para ello, se consideró un medidor de 3,39kWh/m<sup>2</sup>/día, según información recabada de

la estación meteorológica de la UNJ como la menor radiación creada en el largo tramo de junio.

Sánchez (2019) en su investigación “Propuesta de mejora del abastecimiento de energía con paneles solares para reducir insatisfacción de usuarios en Zarumilla-Tumbes” concluyo que el marco de la energía eléctrica del flujo descuida satisfacer la necesidad del área de Zarumilla debido a la ausencia de la fundación para cubrir el interés insatisfecho, que crea diversas ediciones en la reserva de la energía, que por último influencia a clientes en sus ejercicios diarios, y que produce la decepción. Se cierra entonces, que se espera un marco energético basado en la luz solar para explotar los estados normales del distrito, por ejemplo, los niveles de luz, normal 6kWh/m<sup>2</sup> y el plazo galáctico normal de 12 horas, y para asegurar un apoyo de calidad de los clientes; Entre los elementos que influyen en la actividad de la central termoeléctrica que produce y dispersa al territorio de Zarumilla y a la localidad de Tumbes como norma general, se encuentra la información que abastece al marco, ya que esta información es gasoil, lo que influye en la tasa que ofrece la organización, debido a las constantes vacilaciones en el coste del combustible, además de ser una información que crea elevadas salidas de CO<sub>2</sub>. Otro elemento es la ausencia de cimientos en la central eléctrica para aumentar su capacidad y cubrir los intereses insatisfechos, aunque este no es el acuerdo electivo, ya que la tasa sería en cualquier caso elevada. Este componente repercute en los constantes apagones de la zona. Estas variables no permiten que el marco sea gestionable tanto monetaria como naturalmente.

### **2.1.3. Antecedentes locales**

Poclin (2021) en su investigación “Diseño y análisis de un sistema de paneles fotovoltaicos para la alimentación eléctrica de extractores helicocentrífugos en una de las instalaciones del Nuevo Hospital de Moquegua” concluyó que el plano del marco fotovoltaico ha considerado una de las estructuras de la Clínica Provincial de Moquegua para cubrir el interés de extractores de baja potencia, sin embargo de uso ininterrumpido, la proyección del generador se realizó sobre el espacio muerto de la parte superior del área D. Se ha demostrado la posibilidad del entramado fotovoltaico con asociación matricial, este puede ser imitado en diversas estructuras de la clínica médica y adquirir ventajas más notables para los fondos de reserva de energía lo cual se ha confirmado sumando los resultados para todos los equipos de ventilación helicocentrífuga introducidos en la Clínica Médica. Vigorosamente, se ha exhibido que Moquegua tiene potencial para la utilización de activos orientados al sol para la ejecución del marco fotovoltaico propuesto, que cubre el interés de los ventiladores helicocentrífugos en el área D de la Clínica Médica. Se presume que la ejecución del marco fotovoltaico es factible con entusiasmo.

Mamani & Nina (2022) en su investigación “Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua-Moquegua 2022” Concluyo que valorando la documentación del montón durante todo el semestre pasado del Mercado de Samegua, adquirida del Área de Locales, se supone que la energía típica consumida con el sistema en marcha, es de 261 kWh/mes en el Mercado siendo comparable a 8. 4 kWh/día, siendo el uso más escandaloso 251kWh en el largo tramo de octubre dispuesto en la planta trasera, y el mejor uso en la planta trasera fue en el marco de tiempo de

mayo con 5 kWh, debido a la pandemia transmitida por el Covid (Sars-Cov2), se encuentra en una parte de su capacidad, por lo que la carga mes a mes en la planta trasera se duplicó, para incluirlo en la mejor carga y, posteriormente, hacer la evaluación. La estimación se supone que nuestro sistema se compone de 5 PERC ECOGREEN 450W tipo cargadores alimentados por la luz del día, un 3000W En caso de inversor Sun / cargador a la luz de VHM, y 2 bancos de baterías de GEL, cada banco compuesto por 2 baterías de 12V en serie, los dos bancos relacionados en equivalente, haciendo un típico de 12,38 kWh / día durante las horas punta (5,5 horas), y mes a mes la creación de algo así como 346,64 kwh / mes.

Huamán (2022) en su investigación “Evaluación del costo del consumo energético y la potencia pico de un sistema fotovoltaico híbrido de inyección cero en la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua, 2022” concluyo que la fuerza pináculo de un marco fotovoltaico cruzado de infusión cero impacta el gasto de utilización de energía en la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua, 2022. En ese sentido, el gasto de utilización de energía disminuye entre 1.44% a 20.62% con una tasa de préstamo de 5% dependiendo de la fuerza máxima del marco fotovoltaico de fusión cruzada cero que fluctúa entre 760 a 1 490Wp y una inclusión de utilización de energía entre 97.52% a 98.83%; el gasto de utilización de energía no disminuyó representativamente en la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua, 2022. Al no superar la mitad del gasto total, la fuerza máxima de un sistema fotovoltaico de fusión cruzada cero cubre representativamente el aprovechamiento energético de la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua, 2022. Ya que supera la mitad de la energía solicitada.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Paneles solares (Paneles fotovoltaicos)**

Según López (2000) los módulos fotovoltaicos o recolectores solares fotovoltaicos están compuestos por un conjunto de células que producen energía a partir de la luz que incide sobre ellos; el límite normalizado para ordenar su potencia se denomina potencia máxima, y se compara con la potencia más extrema que puede transmitir el módulo en condiciones normalizadas, que son:

- Radiación de 1000W/m<sup>2</sup>.
- Temperatura de la célula de 25° C (temperatura no envolvente).

#### **2.2.1.1. *Energía solar fotovoltaica.***

Según Berenson & Levine (1996) la energía basada en el sol es la energía que se adquiere captando la luz y la intensidad que irradia el sol; la radiación basada en la luz solar que llega a la tierra se puede frenar a través de la intensidad que produce, así como a través de la retención de la radiación, por ejemplo, en aparatos ópticos o diferentes. Es una de las supuestas fuentes de energía sostenibles, especialmente de la reunión no contaminante, conocida como energía sin manchas o energía eficiente, la fuerza de la radiación varía según la hora del día, las circunstancias ambientales y el alcance. Puede aceptarse perfectamente que, en circunstancias de gran luminosidad, el valor es de unos 1000W/m<sup>2</sup> en la superficie del planeta. Esta potencia se conoce como irradiancia. La radiación es utilizable en sus partes inmediata y difusa, o en la cantidad de ambas. La radiación directa es la que aparece desde el centro basado en el sol sin reflexiones ni refracciones intermedias. La radiación difusa es la descargada por el cielo diurno gracias a las diversas peculiaridades de reflexión y refracción basadas en la luz solar en el aire, nieblas y

otros componentes aéreos y terrestres. La radiación directa puede reflejarse y pensarse para su uso, mientras que concentrar la luz difusa procedente de todas direcciones es absurdo.

#### ***2.2.1.2. El impacto de la energía fotovoltaica.***

El impacto fotovoltaico (FV) es la premisa de la interacción mediante la cual una célula FV transforma la luz diurna en energía. La luz diurna se compone de fotones, o partículas ardientes. Estos fotones son de distintas energías, relacionadas con las distintas frecuencias de la gama orientada al sol. En el momento en que los fotones inciden sobre una célula fotovoltaica, pueden reflejarse, retenerse o atravesarla. Sólo los fotones consumidos producen energía (Archer, 2005).

En el punto en que un fotón es retenido, la energía del fotón se traslada a un electrón de un átomo en la célula. Con esta nueva energía, el electrón puede escapar de su posición no inesperada relacionada con una iota para resultar importante para un flujo en un circuito eléctrico. Las piezas principales de la célula basada en el sol son las capas semiconductoras, ya que es aquí donde se produce la corriente de electrones. Estos semiconductores están tratados de forma única para enmarcar dos capas dopadas diferentes (tipo p y tipo n) para conformar un campo eléctrico, positivo por un lado y negativo por el otro. En el momento en que la luz del día incide sobre la célula, los electrones son entregados y pueden ser atrapados por el campo eléctrico, enmarcando un flujo eléctrico. Por este motivo, estas células se fabrican con este tipo de materiales, por ejemplo, materiales que actúan como protectores a bajas temperaturas y como guías cuando se amplía la energía (Aponte, 2015).

A pesar de los semiconductores, las células basadas en el sol constan de un entramado metálico superior u otro tipo de acuerdo para recoger los electrones del semiconductor y trasladarlos a la carga exterior y un contacto trasero para terminar el circuito eléctrico. Asimismo, en la parte superior de la célula hay un vidrio u otro tipo de material tipificado sencillo para sellarla y protegerla de las circunstancias ecológicas, y un enemigo de la capa inteligente para aumentar la cantidad de fotones consumidos (Volt, 2017).

Estas células asociadas entre sí, tipificadas y montadas sobre una construcción o borde de ayuda, estructuran un módulo fotovoltaico. Los módulos están destinados a suministrar energía a una tensión determinada (normalmente 12 o 24 V). La corriente creada depende del grado de insolación. La estructura del módulo protege las células del clima y son totalmente sólidas y fiables. Aunque un módulo puede ser suficiente para algunas aplicaciones, se pueden asociar al menos dos módulos para estructurar un generador fotovoltaico. Los generadores o módulos fotovoltaicos producen corriente continua (CC) y pueden asociarse en serie o en línea para producir cualquier mezcla de corriente y tensión (Entrena et al., 1980).

### ***2.2.1.3. Relación de células solares.***

Para Sala (2007) la gran mayoría de las aplicaciones en las que se utiliza la energía solar no funcionan a los voltajes o potencias de una célula, por lo que es imprescindible la relación de equivalencia, esta relación puede ser para ampliar el voltaje de funcionamiento o la potencia creada por la célula fotovoltaica.

#### ***2.2.1.3.1. Relación serie.***

Para esta situación, el punto es construir el voltaje de funcionamiento de la célula basada en la luz solar, mientras que la corriente que se mueve a través de cada uno

de ellos es algo muy similar, por lo que el poste negativo de la célula alimentada por el sol se asocia con el eje positivo (Maslovski & De la Rosa, 2008).

Condición que aborda la forma de comportarse de la corriente de la relación en serie:

$$I_P = I_{C1} = I_{C2} = I_{C3} = I_{C4}$$

Condición que aborda el modo de comportarse de la tensión de la relación en serie:

$$V_P = V_{C1} + V_{C2} + V_{C3} + V_{C4}$$

#### 2.2.1.3.2. *Relación paralela.*

Suponiendo que las células estén asociadas en igualdad, la corriente producida por el módulo se amplía sumando la corriente creada por cada una de las células solares, mientras que la tensión continúa como antes para cada una de ellas (Cohen & Swerdlik, 2006).

Condición que aborda la forma de comportarse de la tensión de la afiliación igual:

$$V_P = V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} = V_{C4}$$

Condición que aborda el modo de comportamiento de la corriente de la afiliación igual:

$$I_P = I_{C1} + I_{C2} + I_{C3} + I_{C4}$$

#### 2.2.1.4 *Características eléctricas del panel fotovoltaico.*

Para describir un cargador alimentado por luz solar según la perspectiva eléctrica, el paso inicial es caracterizar las circunstancias en las que se realiza esta representación del componente, es decir, su curva de marca I-V en condiciones específicas de iluminación y temperatura (Nieves, 2008).

Condiciones de estimación estándar (STC): Se puede obtener a partir de los datos de marca que, junto con el módulo, debe proporcionar el fabricante. Estos datos comprenden los valores superiores de determinados límites estimados en las supuestas condiciones de estimación estándar.

Los límites estimados en circunstancias estándar son los siguientes (Consejo Regional de Salud, 2009):

- Irradiancia  $G = 1000\text{W/m}^2$ .
- Temperatura de la célula =  $25^\circ\text{C}$ .

Los límites que caracterizan la reacción de un cargador alimentado por luz solar son (Aponte, 2015):

- Corte ( $I_{sc}$ ): Es la corriente más extrema que se puede obtener de un cargador alimentado por luz solar en circunstancias de trabajo estándar, o la que se obtiene entre los terminales de un cargador alimentado por luz solar con oposición cero, por lo que el contraste de potencial será igualmente cero.
- Tensión en circuito abierto ( $V_{oc}$ ): Es la mayor tensión que se puede obtener sin dejar corriente entre los terminales de un cargador alimentado por luz solar (circuito abierto).
- Flujo ( $I$ ) a través de una tensión dada ( $V$ ): Es el flujo eléctrico entregado a una tensión  $V$  a través del circuito exterior que asocia los terminales de la placa, y que tiene una obstrucción  $R$ .
- Máxima potencia ( $PM$ ): Funcionará en las condiciones de potencia más extremas cuando la oposición del circuito exterior sea tal que  $I_M$  y  $V_M$  sean de tal magnitud que su elemento sea el mayor.

- Potencia de placa completa: Es el resto entre la potencia eléctrica suministrada y la fuerza de la radiación que se produce en la placa.

- Factor de estructura (FF): Idea hipotética utilizada para cuantificar el estado de la curvatura que caracteriza los factores I y V, con la fuerza más extrema del cargador fotovoltaico alimentado por el sol. La condición que aborda el factor de estructura es:

El valor adquirido del factor de forma va a ser continuamente inferior a 1. En caso de que el valor esté cerca de 1, el estado de la curva de la marca se parecerá a una forma cuadrada. Si el valor del factor de forma se aproxima a cero, se trata de una célula de baja calidad. Para las células semiconductoras similares al vidrio, el valor del elemento de estructura estará entre 0,7 y 0,8.

En el caso de que la obstrucción exterior se diferencie entre nada y sin límites, se obtendrán todas y cada una de las calidades (I-V), y consolidándolas se obtendrá la curva de marca de la placa o curva de tensión de fuerza (Blanco-Cano, 2009).

#### **2.2.1.4. La radiación solar.**

Según Perpiñán (2013) la radiación basada en el sol es la disposición de la radiación electromagnética producida por el sol, que va del infrarrojo al brillante.

Energía brillante: En el caso de que una superficie específica S se introduzca de forma opuesta a los rayos de fuerza del sol I, la energía brillante que se produce en esa superficie en un tiempo dado t se denomina irradiancia E y se obtiene mediante la articulación adjunta:

$$E = I * S * t$$

Donde:

E: Energía radiante;

I: Intensidad radiante;

S: Superficie;

T: Tiempo

Por lo tanto, suponiendo que la superficie esté opuesta a los rayos, el punto de índice es  $0^\circ$  y la aparición de energía brillante (la irradiancia E) es mayor. No obstante, suponiendo que la superficie esté alineada con los haces, el punto de incidencia es  $90^\circ$  y la energía brillante del episodio es cero (Finder, 2011).

Como la superficie no está en dirección opuesta a los rayos solares, una parte de estos rayos deja de incidir en la superficie, lo que provoca una "desgracia" de radiación que provoca un menor calentamiento de la superficie. Este es el motivo por el que los rayos solares son mucho más sofocantes a media tarde que a primera o última hora de la mañana.

La frecuencia de los rayos solares también explica por qué las zonas alejadas del ecuador reciben menos intensidad que las cercanas.

#### **2.2.1.5. Radiación solar en la superficie terrestre.**

Debido a las peculiaridades de reflexión, disipación e ingestión, se pueden reconocer tres tipos de radiación orientada al sol en la superficie del planeta:

(Mendenhall & Sincich, 1997):

- Radiación directa
- Radiación difusa
- Radiación albedo

La radiación directa está formada por aquellos haces que aparecen "directamente" desde la placa basada en la luz solar, como una fuente puntual, sin desviación esencial hacia ellos (aparecen "de forma ordenada").

La radiación difusa procede de haces que han sufrido grandes cambios de rumbo debido a la dispersión climática, mientras que la radiación orientada al sol reflejada por el suelo se refiere a la radiación albedo.

Si se suman los dos tipos de radiación (inmediata y difusa), se obtiene la supuesta radiación hemisférica completa, que es en la que hay que pensar.

#### **2.2.1.6. Células de paneles solares.**

Para Oliveros (2012) son las siguientes:

- Monocristalino: La ciencia física cuántica sitúa la productividad hipotética más extrema de la célula de silicio en torno al 23%; en las células comerciales fabricadas por ciclos modernos, los valores de eficacia se sitúan entre el 13% y el 20%. A pesar de que su producción consume más energía y tiempo que las células policristalinas, son el tipo de células con la eficacia más notable.
- Policristalinas: La eficacia de estas células oscila entre el 15% y el 18%. La variedad azul de las células de silicio policristalino se debe a la aplicación de un revestimiento inteligente.
- Nebulosas: También llamadas células de película delgada. Suelen utilizarse en miniordenadores y relojes. El rendimiento de los módulos de silicio nebuloso oscila entre el 6% y el 8%.
- Arseniuro de galio (GaAS): Se trata de células muy eficaces, utilizadas básicamente para aplicaciones espaciales como los satélites. Han llegado a tener una eficacia de alrededor del 30%, pero son caras.

### **2.2.1.7. Equipos solares fotovoltaicos.**

#### **2.2.1.7.1. Estructuras.**

Para mejorar la creación de energía, es importante tener una dirección y tendencia específica de las placas, para ello se utiliza una ayuda o carcasa sobre la que se fija el cargador fotovoltaico basado en luz solar, este diseño fijará la tendencia de los cargadores alimentados por luz solar (Volt, 2017).

Las principales funciones que realiza esta parte son:

- Trazar la dirección ( $\alpha$  o acimut) y el punto de inclinación ideal ( $\beta$ ) del establecimiento.
- Comunicar las angustias sostenidas por el campo de edad.
- Otorgar carácter inflexible al campo de tableros, así como asegurar la sujeción de los mismos.

Según la perspectiva de la inclinación del tablero para la mejora de la ejecución, muy bien puede ordenarse en dos agrupaciones: establecimientos fijos y versátiles (conocidos como seguidores basados en la luz solar).

#### *a. Plano del tablero.*

La dirección  $\alpha$  de un recogedor viene comunicada por el acimut de la proyección plana de la recta típica (opuesta) al plano del recogedor.

- Autoridad en dirección sur:  $\alpha = 0^\circ$ .
- Autoridad orientada hacia el este:  $\alpha = 0 - 90^\circ$ .
- Autoridad que apunta hacia el oeste:  $\alpha = +90^\circ$ .

La tendencia  $\beta$  de la autoridad es el punto enmarcado por el plano llano con el plano de la superficie caracterizada por el recolector. Para los recolectores

situados uniformemente, su tendencia  $\beta = 0^\circ$ ; y para las autoridades situadas en dirección ascendente  $\beta = 90^\circ$ .

#### 2.2.1.7.2. *Regulador de carga.*

La capacidad principal del controlador es controlar la carga y la liberación de la batería, en consecuencia, mantener lejos de los problemas y la ampliación de su valiosa vida. Este hardware desempeña el papel de equilibrar la tensión creada por los cargadores fotovoltaicos alimentados por el sol a los lados superiores de la utilización asociada en corriente continua (MPPTSOLAR, 2017).

#### 2.2.1.7.3. *Convertidores DC/AC.*

Para tener la opción de utilizar el hardware eléctrico más conocido, se cambia la potencia de flujo directo a flujo de sustitución, cambiando el flujo de la fuente de 12, 24 o 48 voltios en CC al voltaje de propósito de 240 o 400 voltios en CA, por cual se utiliza un inversor o invertir (Pareja, 2010).

Los inversores se pueden organizar según el tipo de onda suministrada:

- Ola cuadrada.
- Onda sinusoidal modificada.
- Onda sinusoidal.

El inversor de onda sinusoidal tiene la onda como corriente de sustitución, es el mejor de los tres, pero es el más costoso, por lo que dependiendo de la aplicación se utiliza algún equipo.

El inversor es el componente principal del establecimiento fotovoltaico asociado al marco, funciona como conector entre el generador fotovoltaico y la red eléctrica, cambiando la energía creada por los tableros a los estados de la red.

Un inversor se compone de una etapa convertidora y una etapa de separación. La etapa principal es responsable de crear una onda de motivación en su resultado a partir del voltaje de CC proveniente del generador fotovoltaico en su contribución, mientras que la etapa de separación es responsable de matar la música indeseable de la onda de impulsión, entregada en la etapa del sintetizador o convertidor, para entregar una onda completamente sinusoidal (Mesa, 2009).

Típicamente consolida tanto en la parte DC como en la AC, el equipo vital de seguridad contra: Cortocircuitos, Tensión de red o Recurrencia fuera de alcance, Sobretensiones, Agravaciones presentes en la organización, Control de encendido/apagado manual y División galvánica con la organización de difusión.

#### **2.2.1.8. Topología de Sistemas Fotovoltaicos.**

Normalmente, un marco fotovoltaico se caracteriza por la disposición de componentes mecánicos, electrónicos y eléctricos importantes para captar y transformar la energía solar en energía eléctrica. En función de su disposición, se dividen en dos grupos (MPPTSOLAR, 2017).

- Sistemas asociados a la red
- Sistemas aislados.

##### *2.2.1.8.1. Sistemas asociados a la red.*

Estos marcos se componen de un generador fotovoltaico que se asocia al entramado eléctrico regular a través de un inversor, creando un intercambio de energía entre la matriz y el marco fotovoltaico, lo cual es normal en este tipo de establecimientos. Posteriormente, el marco infunde energía a la matriz cuando su creación supera la utilización del vecindario, y concentra la energía de la misma, en cualquier caso.

En los entramados asociados a celosías es importante asociarse a las líneas de transporte, accediendo a las necesidades solicitadas por la compañía eléctrica, incluido un sistema de medición. Es importante tener en cuenta que, al considerar los marcos asociados a la red, la matriz real desempeña la función de colector, de límite ilimitado. La pila, entonces, se dirige al cliente asociado a la red, como en cualquier otro marco asociado a la matriz (MINEM, 2007).

#### 2.2.1.8.2. *Sistemas aislados.*

Las estructuras separadas se utilizan habitualmente para suministrar energía a clientes con un consumo energético excepcionalmente bajo para los que no merece la pena pagar el coste de la asociación a la matriz, o para los que sería un verdadero reto interconectarse debido a su zona geológica (Pareja, 2010).

Los marcos separados, al no estar asociados a la red, disponen por regla general de marcos de capacidad energética. La agregación es vital, ya que el campo fotovoltaico sólo puede suministrar energía durante el día, mientras que la mayor demanda de los clientes suele producirse por la tarde y por la noche.

Una instalación de este tipo debe dimensionarse para permitir, durante los largos periodos de insolación, tanto el cuidado de la pila como la Re energización del sistema de almacenamiento. Además, el marco de capacidad debe tener la opción de soportar un número específico de largos tramos de baja insolación, predominantemente debido a las peculiaridades climáticas, sin influir en el suministro de la pila.

## **2.2.2. La electricidad.**

### **2.2.2.1. Definición.**

Según Roller & Blum (2020) La energía eléctrica es un tipo de energía que está disponible en prácticamente todos los ejercicios humanos de una sociedad creada, ya que una enorme parte de los artilugios y máquinas que utilizamos están controlados por ella. La energía eléctrica se crea en centrales eléctricas a partir del cambio de energía esencial (impulsada por el agua, caliente, orientada al sol, atómica, eólica).

Desde ese punto, se envía a través de organizaciones eléctricas a los focos y empresas de la población, y después se transforma en distintos tipos de energía (energía opcional: luz, calor, sonido, desarrollo, etc.).

### **2.2.2.2. Tipos de circuitos eléctricos.**

#### **2.2.2.2.1. Circuito asociado en serie.**

Los aparatos de un circuito eléctrico se asocian en serie cuando estos aparatos se colocan cerca unos de otros con el objetivo de que los electrones que pasan por el aparato principal del circuito pasen también por los diversos aparatos (Flores, 2022). La fuerza en curso es algo muy similar en todos los lugares del circuito.

La distinción diferencial esperada entre los focos 1 y 2 del circuito es tanto más modesta cuanto más notable es la oposición  $R_1$  entre estos dos focos. El equivalente es válido para los focos 2 y 3 y 3 y 4 ( $R$  es la obstrucción entre los focos 1 y 2, y así sucesivamente).

Por otra parte, la diferencia de potencia entre los focos  $A_n$  y  $B$  depende del conjunto de las protecciones del circuito, por ejemplo,  $R_1 + R_2 + R_3$ .

#### 2.2.2.2.2. *Circuito asociado en igualdad.*

Los artilugios de un circuito están asociados en igualdad cuando estos artilugios están puestos de diversas maneras de modo que, suponiendo que un electrón atravesase uno de los artilugios, no atravesase ninguno de los otros.

La fuerza de la corriente en cada sentido depende de la oposición del aparato asociado a ella.

De este modo, cuanta más oposición tenga un dispositivo, menos electrones lo atravesarán y, por lo tanto, la fuerza de la corriente será menor.

La distinción esperada entre dos focos cuando cada resistencia es la misma para cualquiera de los caminos, por ejemplo, el posible contraste entre los focos 1 y 2 es equivalente al existente entre los focos 3 y 4, que a su vez es equivalente al existente entre los focos 5 y 6 (Samanes et al., 2019).

### **2.3. Marco conceptual**

#### **2.3.1. Consumo.**

El consumo es la acción y el efecto de consumir o gastar, ya sean cosas, trabajo y artículos, como la energía, por lo que el uso se considera como la verdad de utilizar estas cosas y organizaciones para satisfacer las necesidades fundamentales y discrecionales (Roller y Blum, 2020).

#### **2.3.2. Electricidad.**

La electricidad es un tipo de energía que aparece por el desarrollo de electrones en la capa externa de partículas de un material conductor. La energía es una peculiaridad personalmente conectada a la cuestión y a la vida (Roller & Blum, 2020).

#### **2.3.3. Fotovoltaico.**

Es un término que alude al cambio inmediato de la radiación orientada al sol en energía. Este cambio se produce en aparatos llamados placas fotovoltaicas. En las placas fotovoltaicas, la radiación solar energiza los electrones de un dispositivo semiconductor, produciendo un pequeño contraste probable. La asociación en serie de estos dispositivos permite obtener mayores contrastes esperados (Finder, 2011).

#### **2.3.4. Panel.**

Un panel solar es un aparato que aprovecha la energía del sol para producir intensidad o potencia. Dependiendo de estos dos propósitos, podemos reconocer los recolectores basados en la luz solar, que producen agua caliente (en general para uso doméstico) utilizando energía nuclear alimentada por el sol, y las placas fotovoltaicas, que crean energía a partir de la radiación orientada al sol que cae sobre las células fotovoltaicas de la placa (Nieves, 2008).

#### **2.3.5. Potencia.**

La potencia es una medida de la cantidad de trabajo realizado por unidad de tiempo. En física, se refiere al trabajo realizado o la cantidad de energía transferida por unidad de tiempo. En matemáticas, las potencias son una forma abreviada de escribir una multiplicación con el mismo número repetido varias veces (López, 2000).

#### **2.3.6. Sistema**

Se puede decir que un sistema es un conjunto de componentes con conexiones de comunicación y dependencia que le dan su propio elemento dando forma a un todo unido (López, 2000).

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODO**

#### **3.1. Tipo de la investigación**

La investigación es aplicada, según Hernández & Baptista (2010) este tipo de investigación se basa en la recolección de datos en un instrumento en la cual hace referencia a datos estadísticos ya que el principal propósito es evaluar paneles solares con el uso de la energía solar.

#### **3.2. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es no experimental debido a que no se busca manipular una de las variables, por consiguiente, se busca analizar ambas variables para ver su comportamiento en tiempo real (Hernández & Baptista, 2010).

#### **3.3. Población y muestra**

##### **3.3.1. Población.**

La población está considerada por 10 gimnasios de la Provincia de Mariscal Nielo de Moquegua.

##### **3.3.2. Muestra.**

La muestra está considerada por el gimnasio Belén en donde se realizará la evaluación de consumo eléctrico.

### **3.4. Técnicas e instrumentos para recolección de datos**

#### **3.4.1. Técnica para la recolección de datos.**

La técnica que se utilizara para la recolección de datos será el análisis documental donde se analizara previamente el consumo de energía eléctrica del gimnasio.

#### **3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos.**

El instrumento que se utilizará será la ficha de registro donde se ara anotaciones como de potencias y datos para la comparación de la variación de consumo eléctrico una vez implementado el panel solar.

### **3.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

Para el procesamiento de datos se tomará los datos de energía eléctrica obtenida de la radiación solar y lo de consumo actual del gimnasio Belén para después analizar el nuevo consumo eléctrico tomando como referencia el consumo anterior de seis meses. Una vez analizado las variaciones se procederá a describir las conclusiones del trabajo de investigación.

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Presentación de resultados

##### 4.1.1. Cálculo de la potencia de iluminación del gimnasio Belén.

**Tabla 2**

*Cálculo del área*

Área del Gimnasio	Clasificación de áreas
Zona de Entrenamiento	140
Vestuarios y Baños	40
Oficinas Administrativas	20
<b>Total</b>	<b>200</b>

##### *a. Iluminación requerida*

Para la determinación de iluminación el propietario del gimnasio Belén estimo y está utilizando 200 lux para todas las áreas sin variaciones, según la siguiente tabla:

**Tabla 3**

*Niveles de iluminación recomendados*

Tipo de Recinto	Iluminancia (Luz)
Atención administrativa	300
Bibliotecas	400
Cocinas	300
Gimnasios	200
Oficinas	400
Pasillos	100
Policlínicos	300

Salas de cirugía menor	500
Salas de cirugía mayor, quirófanos (*)	500
Salas de clase, párvulos	150
Salas de clase, educación básica	200
Salas de clase, educación media	250
Salas de clase, educación superior	300
Salas de dibujo	600
Salas de espera	150
Salas de pacientes	100
Salas de profesores	400

---

*Nota:* The Engineering ToolBox (s.f.)

*b. Formula de potencia.*

Para calcular la potencia requerida se utilizará la siguiente formula:

$$\text{Potencia} = \text{Área total} \times \text{Nivel de iluminación} \dots\dots\dots[\text{Ecuación 1}]$$

Donde:

Potencia: vatios

Área total: m<sup>2</sup>

Iluminación: lux

- *Cálculo de la potencia de iluminación.*

$$\text{Potencia} = 200 \text{ m}^2 \times 200 \text{ lux} = 40,000 \text{ lúmenes}$$

Sabiendo que la iluminación LED tiene una eficiencia de 100 lúmenes por vatio, es este caso la potencia requerida sería:

$$\text{Potencia} = 40,000 \text{ lúmenes} / 100 \text{ lm/W} = 400 \text{ vatios}$$

- *Cálculo de la potencia de iluminación mensual en kwh.*

$$\text{Potencia en kW} = 400 \text{ vatios} / 1000 = 0.4 \text{ kW}$$

$$\text{Consumo diario} = 0.4 \text{ kW} \times 10 \text{ horas/día} = 4 \text{ kWh/día}$$

$$\text{Consumo mensual} = 4 \text{ kWh/día} \times 30 \text{ días} = 120 \text{ kWh/mes}$$

- *Cálculo de potencia requerida para paneles solares.*

Potencia requerida = Consumo mensual / (Días del mes × Horas pico solar).....[Ecuación 2]

Donde:

Potencia requerida = 120 kWh / (30 días × 7 horas)

Potencia requerida = 0,57 kWp

- *Cálculo de paneles solares requeridos.*

Número de paneles = Potencia requerida / Potencia de cada panel... [Ecuación 3]

Donde:

Número de paneles = 570 Wp / 450 Wp

Número de paneles = 1,27 ≈ 2 paneles

Por lo tanto, para un consumo de 120 kWh al mes, necesitarías instalar 2 paneles solares de 450 Wp cada uno.

#### **4.1.2. Cálculo de la potencia de equipos del gimnasio Belén.**

**Tabla 4**

*Cálculo de potencia y horas de uso de equipos*

<b>Tipo de Equipo</b>	<b>Potencia de Equipos (kW)</b>	<b>Horas de uso diario</b>
Máquina corredora 1	1kw	5
Máquina corredora 1	1kw	5
Máquina corredora 1	1kw	5

- *Cálculo de potencia total.*

Potencia total = Cantidad de máquinas × Potencia de cada máquina... [Ecuación 4]

Donde:

Potencia total = 3 × 1 kW = 3 kW

- *Cálculo del consumo mensual en kWh.*

Consumo mensual (kWh) = Potencia total (kW) × Horas de uso al mes

- *Cálculo de uso mensual.*

Horas de uso al mes = Horas de uso diarias  $\times$  Días del mes..... [Ecuación 5]

Donde:

Horas de uso al mes = 5 horas  $\times$  30 días = 150 horas

Consumo mensual (kWh) = Potencia total (kW)  $\times$  Horas de uso al mes

Consumo mensual (kWh) = 3 kW  $\times$  150 horas = 450 kWh.

Por lo tanto, el consumo mensual de energía para las 3 máquinas de cardio de 1 kW cada una, utilizadas durante 5 horas diarias en el gimnasio Belén, es de aproximadamente 450 kWh.

- *Cálculo de potencia requerida para paneles solares.*

Potencia requerida = Consumo mensual / (Días del mes  $\times$  Horas pico solar)  
.....[Ecuación 6]

Donde:

Potencia requerida = 450 kWh / (30 días  $\times$  7 horas)

Potencia requerida = 2,15 kWp

- *Cálculo de paneles solares requeridos.*

Número de paneles = Potencia requerida / Potencia de cada panel..... [Ecuación 7]

Donde:

Número de paneles = 2150 Wp / 450 Wp

Número de paneles = 4,77  $\approx$  **5 paneles**

Por lo tanto, para un consumo de 450 kWh al mes, necesitarías instalar 5 paneles solares de 450 Wp cada uno.

### 4.1.3. Cálculo de la potencia de refrigeración del gimnasio Belén.

Datos:

Cantidad de equipos de climatización: 1

Potencia del equipo de climatización: 1 kW

Horas de uso diarias: 16 horas

- *Cálculo de potencia total:*

Potencia total = Cantidad de equipos  $\times$  Potencia de cada equipo..... [Ecuación 8]

Donde:

Potencia total =  $1 \times 1 \text{ kW} = 1 \text{ kW}$

- *Cálculo del consumo mensual en kWh.*

Consumo mensual (kWh) = Potencia total (kW)  $\times$  Horas de uso al mes..... [Ecuación 9]

- *Cálculo de la potencia:*

Horas de uso al mes = Horas de uso diarias  $\times$  Días del mes..... [Ecuación 20]

Donde:

Horas de uso al mes = 16 horas  $\times$  30 días = 480 horas

Consumo mensual (kWh) = Potencia total (kW)  $\times$  Horas de uso al mes..... [Ecuación 31]

Donde:

Consumo mensual (kWh) = 1 kW  $\times$  480 horas = 480 kWh

Por lo tanto, el consumo mensual de energía para 1 equipo de climatización de 1kW, utilizado durante 16 horas diarias en un gimnasio, es de aproximadamente 480 kWh.

- *Cálculo de potencia requerida para paneles solares:*

Potencia requerida = Consumo mensual / (Días del mes × Horas pico solar)....., [Ecuación 42]

Donde:

Potencia requerida = 480 kWh / (30 días × 7 horas)

Potencia requerida = 2,29 kWp

- *Cálculo de paneles solares requeridos:*

Número de paneles = Potencia requerida / Potencia de cada panel...[Ecuación 53]

Donde:

Número de paneles = 2290 Wp / 450 Wp

Número de paneles = 5.01 ≈ 5 panel

Por lo tanto, para un consumo de 480 kWh al mes, necesitarías instalar 5 paneles solar de 450 Wp.

#### **4.1.4. Presupuestos para la instalación de paneles solares.**

**Tabla 5**

*Costo de los paneles solares*

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Paneles solares de 450 Wp	12	700.00	8,400.00

**Tabla 6**

*Costo del sistema de montaje*

Componente	Cantidad	Precio unitario (S/.)	Costo total (S/.)
Estructura de soporte para paneles	1	4,000.00	4,000.00

**Tabla 7***Costo del sistema de inversores*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>	<b>Costo total (S/.)</b>
Inversor de 5 kW	1	4,500.00	4,500.00

**Tabla 8***Costo del cableado y componentes eléctricos*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>	<b>Costo total (S/.)</b>
Cables y componentes eléctricos	1	1,500.00	1,500.00

**Tabla 9***Costo de instalación y mano de obra*

<b>Componente</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (S/.)</b>	<b>Costo total (S/.)</b>
Instalación y mano de obra	1	3,000.00	3,000.00

**Tabla 10***Resumen del presupuesto*

<b>Componente</b>	<b>Costo total (S/.)</b>
Paneles solares	8,400.00
Sistema de montaje	4,000.00
Sistema de inversores	4,500.00
Cableado y componentes eléctricos	1,500.00
Instalación y mano de obra	3,000.00
Total	21,400.00

**4.1.5. Comparación de consumos eléctricos.**

- *Evaluación de consumo antes de implementación de paneles solares*

La energía calculada para la instalación fotovoltaica es:  $120 + 450 + 480 = 1050$  KWh, la cual posee una capacidad instalada superior a la consumida por

el Gimnasio Belén desde la empresa de suministro Electrosur S.A. Siendo el factor de *seguridad de 1.59, suficiente para reserva de futuras ampliaciones.*

*a. Consumo de electricidad de la Empresa Electrosur:*

Consumo facturado: 660 kWh

Costo por kWh: S/ 0.7893

*b. Detalle del consumo:*

Cargo fijo: S/ 3.57

Energía: 660 kWh x S/ 0.7893/kWh = S/ 521.00

Alumbrado público: S/ 11.69

Interés compensatorio: S/ 0.25

Mantenimiento y reposición de conexión: S/ 1.43

Subtotal: S/ 537.94

IGV (18%): S/ 96.83

Total, antes de otros cargos: S/ 634.77

*c. Otros cargos:*

Ley 28749 ELECTRIFICACIÓN RURAL: S/ 1.97

Redondeo mes anterior: S/ 0.01

Descuentos:

Redondeo del mes: -S/ 0.07

Total, a pagar: S/ 636.68

Por lo tanto, considerando un consumo de 660 kWh con un costo de S/ 0.7893 por kWh, sumando los demás conceptos y cargos mencionados, y calculando el IGV del 18%, el total a pagar sería S/ 636.68. (S/ **636.70**, redondeado)

- *Evaluación de consumo después de implementación de paneles solares*

a. *Consumo de electricidad.*

Hasta aquí se ha llegado ante dos posibilidades, la primera es utilizar la instalación sin acumulador o batería, y la segunda es adquiriendo batería o acumulador.

Primer caso: tendríamos que hacer uso de energía eléctrica proveniente de la empresa ElectroSur S.A., durante por lo menos 3 horas, lo que significaría hacer uso del 25% de esa fuente de energía, es decir de los 660 kWh, 165 serían cubiertos por ElectroSur, lo que representa:

Consumo facturado: 165 kWh

Costo por kWh: S/ 0.7893

**Detalle del consumo:**

Cargo fijo: S/ 3.57

Energía: 165 kWh x S/ 0.7893/kWh = S/ 130.24

Alumbrado público: S/ 11.69

Interés compensatorio: S/ 0.25

Mantenimiento y reposición de conexión: S/ 1.43

Subtotal: S/ 147.18

IGV (18%): S/ 26.50

Total, antes de otros cargos: S/ 173.67

**Otros cargos:**

Ley 28749 ELECTRIFICACIÓN RURAL: S/ 1.97

Redondeo mes anterior: S/ 0.01

Total, a pagar: S/ 175.75

Por lo tanto, con un consumo de 165 kWh, un costo de S/ 0.7893 por kWh, y los cargos y descuentos adicionales mencionados, el total a pagar por el servicio de electricidad sería de S/ 175.75 (S/ 175.80, redondeado).

Segundo caso: Adquirimos una batería o acumulador de energía para almacenarla y ser usada cuando no haya sol, por lo que ya no será necesario pagar a la empresa Electrosur por energía, tan solo por derecho de iluminación exterior. El costo promedio de un acumulador de 6 kwh es de 9000.00 soles. Si sumamos al costo de instalación sería en total:  $21400.00 + 9000.00 = 30400.00$  soles.

### **Análisis económico de primer caso:**

Si el horizonte promedio de vida del proyecto es de 20 años, el gasto mensual en electricidad sería:  $175.80 + 21400.00/20 \times 12 = 175.80 + 89.17 = 264.97 \approx 265$  soles/mes, obteniendo un ahorro de:  $636.70 - 265 = 371.7$  soles/mes. Ascendiendo el ahorro durante esos 20 años la cantidad de:  $371.7 \times 12 \times 20 = \mathbf{89208.00}$  soles.

Vamos a comparar cual sería la capitalización de los 21400.00 al cabo de 20 años:

La fórmula para calcular el interés simple es:

$$\text{Interés} = \text{Capital} \times \text{Tasa} \times \text{Tiempo}$$

En este caso, el capital es 21,400.00, la tasa de interés es del 5% anual y el tiempo es de 20 años. Primero, debemos convertir la tasa de interés de porcentaje a decimal, dividiendo entre 100:  $\text{Tasa} = 5\%/100 = 0.05$ . Ahora, podemos calcular el interés:

$$\text{Interés} = 21,400.00 \times 0.05 \times 20 = 21,400.00$$

Finalmente, para calcular la capitalización, sumamos el interés al capital inicial:

$$\text{Capitalización} = \text{Capital} + \text{Interés} = 21,400.00 + 21,400.00 = 42,800.00$$

Por lo tanto, la capitalización de 21,400.00 al cabo de 20 años, con un interés simple del 5% anual, es de 42,800.00 soles

Por lo que el ahorro proyectado que se tiene durante 20 años de vida del proyecto es de:  $89208.00 - 42800 = \mathbf{46408.00 \text{ soles.}}$

#### **Análisis económico del segundo caso:**

Con la adquisición de una batería cuyo costo es de aproximadamente 10000.00 soles, el costo total ascendería a:  $21400.00 + 10000.00 = 31400.00$  soles. Se dejaría de pagar energía de uso interno y solo se tendría que pagar alumbrado público, electrificación rural, cargo fijo y mantenimiento y reposición de conexión, los cuales al sumarlos, nos dan un monto de: 18.67 soles. Por lo que el monto de gasto de electricidad mensual sería: 18.67 soles por mes. Obteniendo un ahorro de.  $636.70 - 18.67 = 617.94$  soles, lo que equivale a obtener un ahorro durante 20 años de:  $617.94 \times 12 \times 20 = 148305.60$  soles.

También vamos a comparar cual sería la capitalización de los 31400.00 al cabo de 20 años. Vamos a comparar cual sería la capitalización de los 21400.00 al cabo de 20 años:

Interés generado = Capital x Tasa x Tiempo =  $31,400.00 \times 0.05 \times 20 = 31,400.00$

La capitalización es la suma del capital inicial y el interés:  $= 31,400.00 + 31,400.00 = 62,800.00$

Por lo tanto, la capitalización de 31,400.00 al cabo de 20 años, con un interés simple del 5% anual, es de 62,800.00 soles.

Por lo que también el ahorro proyectado durante los 20 años de vida del proyecto es de:  $148305.60 - 62800 = \mathbf{85505.60 \text{ soles.}}$

## **4.2. Contrastación de hipótesis**

### **4.2.1. Hipótesis general**

Dado los resultados encontrados, efectivamente la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado redujo considerablemente el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024.

### **4.2.2. Hipótesis derivadas**

En la primera hipótesis específica se encontró que la potencia de iluminación alcanzo un 120 kwh y si es alta debido a la dimensión del gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024.

En la segunda hipótesis específica se encontró 450 kwh, siendo muy alta debida a las corredoras que son utilizadas por los clientes del gimnasio Belen de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024.

En la tercera hipótesis específica se encontró 480 kwh que se utiliza solo un equipo de refrigeración en el gimnasio Belen de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024.

En la cuarta hipótesis específica se encontró una comparación considerable de facturación eléctrica, está a un principio era de S/ 636.70 y después se redujo en el primer caso a S/ 149.50 considerando otros costos de la compañía eléctrica, generando un ahorro durante los 20 años de **46408.00 soles**. Luego en el segundo caso se redujo aún más, a tan solo 18.67 soles mensuales, con lo cual el ahorro se incrementa durante los 20 años a la suma de **85505.60** soles, cual es beneficioso por cualquiera de las dos alternativas para el gimnasio Belén, de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024. Siendo la más aconsejable ir por el segundo caso, es decir adquirir todo el equipo de generación eléctrica fotovoltaica incluida

la batería o acumulador de energía, pues la diferencia de costos analizados para ambos casos nos arroja un ahorro muy sustantivo para el segundo.

### **4.3. Discusión de resultados**

En los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado permitió reducir considerablemente el costo eléctrico del Gimnasio Belén. Estos hallazgos concuerdan con los reportados por Sánchez (2019) en su propuesta de mejora del abastecimiento de energía con paneles solares para reducir la insatisfacción de usuarios en Zarumilla-Tumbes; en ambos estudios, se destaca la capacidad de los sistemas fotovoltaicos para satisfacer la demanda energética y disminuir los costos asociados al consumo eléctrico. Asimismo, los resultados obtenidos son consistentes con los encontrados por Pérez (2021) en su investigación sobre el ahorro de consumo de electricidad en una instalación de placas solares fotovoltaicas para una vivienda; en ambos casos, se evidencia la viabilidad y los beneficios económicos de la implementación de sistemas fotovoltaicos, respaldados por indicadores financieros positivos. Tomando en cuenta los hallazgos del presente estudio guardan similitudes con los reportados por Tovar (2022) en su plan de negocio para la implementación de paneles solares en una urbanización de Acacias, Colombia. En ambas investigaciones, se reconoce la importancia de los sistemas fotovoltaicos para mejorar la eficiencia energética y reducir los costos en zonas con acceso limitado a la energía convencional.

En el primer objetivo específico se buscó saber la potencia de iluminación requerida, los resultados obtenidos muestran una necesidad de 120 KWh por mes en el Gimnasio Belén; este valor relativamente alto se debe a la dimensión considerable del gimnasio, lo que implica una mayor área a iluminar. Estos hallazgos son similares a los encontrados por Pérez (2021) en su investigación sobre el ahorro de consumo de electricidad en una instalación de placas solares fotovoltaicas para una vivienda, donde se determinó que la instalación de paneles solares cubriría un porcentaje significativo del consumo anual de la vivienda. Sin embargo, los resultados difieren de los reportados por Vargas (2019) en su investigación sobre el dimensionamiento e instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento de agua en una piscina; en este caso, la demanda energética estaba enfocada en mantener la temperatura adecuada del agua, lo cual requiere una potencia diferente a la necesaria para la iluminación de un gimnasio.

En el segundo objetivo específico se buscó saber la potencia requerida para equipos, los resultados muestran una necesidad de 450 KWh por mes para el funcionamiento de tres máquinas corredoras utilizadas en el gimnasio; este valor elevado se debe al alto consumo energético de dichos equipos y a las horas de uso diario. Resultados similares fueron reportados por Olivera (2021) en su diseño de paneles solares térmicos de respaldo para proveer agua caliente en un hospital, donde se encontró una alta demanda energética para el funcionamiento de diversos equipos hospitalarios. Estos hallazgos también son consistentes con los reportados por Neyra y Bazán (2020) en su estimación del potencial de energía empleando minería de datos para el diseño de un sistema fotovoltaico en el sector San Isidro, Jaén-Perú. En ambos estudios, se destaca la importancia de considerar la potencia

requerida para el funcionamiento de equipos y aparatos eléctricos al diseñar un sistema fotovoltaico adecuado.

En el tercer objetivo específica se buscó saber la potencia de refrigeración, los resultados muestran una necesidad de 480 KWh por mes para el equipo de climatización del gimnasio; este valor se explica por la presencia de un solo equipo de refrigeración y su uso moderado. Estos hallazgos difieren de los reportados por Vargas (2019) en su investigación sobre el dimensionamiento e instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento de agua en una piscina, donde se encontró una alta demanda energética para mantener la temperatura adecuada del agua. Sin embargo, los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por Poclín (2021) en su diseño y análisis de un sistema de paneles fotovoltaicos para la alimentación eléctrica de extractores helicocentrífugos en una instalación del Nuevo Hospital de Moquegua. En ambos casos, se evidencia la importancia de considerar la potencia requerida para equipos específicos, ya sean sistemas de refrigeración o extractores, al diseñar un sistema fotovoltaico adecuado.

En el cuarto objetivo específico se buscó al comparar el consumo eléctrico antes y después de la instalación del sistema fotovoltaico aislado, los resultados muestran una reducción significativa en el costo de la facturación eléctrica. Inicialmente, el costo ascendía a S/ 636.70, mientras que después de la implementación del sistema fotovoltaico, los costos se redujeron a S/ 149.50 en el primer caso y a S/.18.67 en el segundo caso, siendo recomendable considerar el segundo caso, en ambos se consideran los cargos adicionales de la compañía eléctrica. Esta considerable disminución en el costo eléctrico concuerda con los hallazgos de Sánchez (2019) en su propuesta de mejora del abastecimiento de

energía con paneles solares para reducir la insatisfacción de usuarios en Zarumilla-Tumbes, donde se encontró que la implementación de un sistema fotovoltaico permitiría satisfacer la demanda energética insatisfecha y mejorar la calidad del servicio para los usuarios. Asimismo, los resultados obtenidos son consistentes con los reportados por Huamán (2022) en su evaluación del costo del consumo energético y la potencia pico de un sistema fotovoltaico híbrido de inyección cero en la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua. En ambas investigaciones, se destaca la capacidad de los sistemas fotovoltaicos para cubrir significativamente el aprovechamiento energético y reducir los costos de consumo eléctrico. En comparación con los hallazgos del presente estudio son coherentes con los reportados por Mamani y Nina (2022) en su dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua-Moquegua. Si bien los valores numéricos difieren debido a las características particulares de cada instalación, ambos estudios resaltan los beneficios económicos de la implementación de sistemas fotovoltaicos en la región de Moquegua.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

**Primera.** Se ha logrado con éxito la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2023. Los cálculos realizados han proporcionado información valiosa sobre la potencia requerida en diferentes áreas del gimnasio, así como el impacto potencial en el consumo de energía eléctrica.

**Segunda.** Se ha determinado que la potencia de iluminación requerida para el gimnasio es de 400 vatios, lo que corresponde a un consumo mensual de 120 kWh. Se propone la instalación de 2 paneles solares de 450 Wp cada uno para cubrir este consumo, lo que representa una solución sostenible y económica.

- Tercera.** El cálculo de la potencia de los equipos, principalmente las máquinas de cardio, ha revelado que el consumo mensual es de aproximadamente 450 kWh. Se recomienda la instalación de 5 paneles solares de 450 Wp cada uno para abastecer esta demanda de energía, lo que contribuirá significativamente a reducir los costos eléctricos.
- Cuarta.** Para el equipo de climatización, se ha determinado un consumo mensual de 480 kWh. Se sugiere la instalación de 5 panel solar de 450 Wp para cubrir este consumo, lo que garantizará una operación eficiente y económica del sistema de refrigeración.
- Quinta.** La comparación de los consumos eléctricos antes y después de la implementación de paneles solares ha demostrado una reducción significativa en el consumo, pasando de 660 KWh a 165 KWh en el primer caso, y 0.00 KWh en el segundo caso. Esto refleja el impacto positivo de la adopción de energía solar en la eficiencia energética del gimnasio.

## **5.2.Recomendaciones**

- Primera.** Se recomienda al Gimnasio Belén evaluar cuidadosamente la instalación de un sistema fotovoltaico aislado; teniendo en cuenta que esto implica un análisis detallado de costos, viabilidad técnica y financiera, con el apoyo de expertos en energía solar. Además, se sugiere considerar incentivos gubernamentales y programas de financiamiento.

- Segunda.** Se recomienda al Gimnasio Belén considerar la migración hacia sistemas de iluminación LED de alta eficiencia energética para reducir aún más el consumo eléctrico. Además, se sugiere realizar un mantenimiento regular de las instalaciones eléctricas y de iluminación para garantizar un funcionamiento óptimo y prolongado del sistema.
- Tercera.** Para optimizar el consumo energético de los equipos de cardio, se sugiere implementar políticas internas que promuevan un uso responsable de los mismos, como apagarlos cuando no estén en uso y realizar mantenimiento preventivo periódico para asegurar su eficiencia. Además, se recomienda considerar la posibilidad de adquirir equipos más eficientes energéticamente en el futuro.
- Cuarta.** Para reducir el consumo de energía asociado con la refrigeración, se sugiere al Gimnasio Belén explorar opciones de eficiencia energética para el equipo de climatización, como la instalación de sistemas de refrigeración más eficientes o la implementación de medidas de gestión de la temperatura dentro del gimnasio, como el uso de cortinas o persianas para reducir la entrada de calor.
- Quinta.** Se recomienda al Gimnasio Belén monitorear continuamente el consumo de energía eléctrica y los beneficios económicos después de la instalación de los paneles solares para identificar oportunidades adicionales de mejora y optimización. Además, se sugiere promover entre los usuarios y el personal una cultura de conservación de energía para maximizar los beneficios de la inversión en energía solar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Internacional de Energía. (2022). *Informe de Acceso a la Electricidad*.
- Aponte, M. (2015). *¿Brilla el Sol para Todos? Formas de recolección de energía: Paradojas Verdes de las Cadenas Solares Fotovoltaicas en Puerto Rico*. Recuperado de <https://www.econbiz.de/Record/brilla-el-sol-para-todos-paradojas-Jacobson-verdes-de-las-cadenas-solares-fotovoltaicas-en-puerto-rico-aponte-garcia-maribel/10011795768>
- Archer, C. y, M. (2005). Evaluation of global wind power. *Journal of Geophysical Research* 11(12), 1-20. <https://doi.org/10.1029/2004JD005462>
- Bakhiyi, B., Labrousse, D. y Zissis, G. (2022). Technical sizing of a stand-alone photovoltaic system. *Energy Reports* 8(2), 4985-5000.
- Berenson, M. & Levine, D. (1996). *Estadística básica en Administración*. México: Pearson Educación. Recuperado de <https://books.google.co.ve/books?id=Aw2NKbDJZoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Bhattacharyya, S.C. y Palit, D. (2022). Mini-grid based off-grid electrification to enhance electricity access in developing countries: Policies and future scenarios. *Energy Policy* 154, 166 - 178.
- Blanco-Cano, X. y Kajdic, P. (2009). Construcción detallada de paneles fotovoltaicos. *Revista Digital Universitaria*, 10(10), 1-17.
- Cohen, R. y Swerdlik, M. (2006). *Pruebas y evaluación fotovoltaica*. México: McGraw Hill. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/602089998/Pruebas-y-Evaluacion-Psicologicas-Cohen>

- Consejo Regional de Salud. (2009). *Informe Comité de Salud Ambiental de Arequipa*. Recuperado de [https://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1124\\_MEMORIA33-5.pdf](https://bvs.minsa.gob.pe/local/minsa/1124_MEMORIA33-5.pdf)
- Dirección General de Electrificación Rural. (2022). *Cifras de electrificación rural en el Perú 2016-2021*. Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1863/libro.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1863/libro.pdf)
- Entrena, J., Gual de Torrella, C. y Juárez, A. (1980). *La crisis de la energía*. Barcelona: Salvat Editores S.A.
- Finder, G. (2011). El mundo sustentable de las energías renovables. *White Paper*. Ed. Septiembre 2011. Recuperado de <https://aidisnet.org/wp-content/uploads/2019/08/22-energias-renovables.pdf>
- Flores, D. A. (2022). *Ayer, hoy y mañana ó La fé, el vapor y la electricidad: Vol. 1*. BoD–Books on Demand.
- Gogla. (2022). *Powering Opportunity 2021 Report*. Recuperado de [https://www.gogla.org/wp-content/uploads/2022/12/powering\\_opportunity\\_global\\_report.pdf](https://www.gogla.org/wp-content/uploads/2022/12/powering_opportunity_global_report.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación científica*. México: McGraw Hill / Interamericana.
- Huaman, R. (2022). *Evaluación del costo del consumo energético y la potencia pico de un sistema fotovoltaico híbrido de inyección cero en la Junta Vecinal Cercado 2 de Moquegua, 2022* (Tesis pregrado). Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/1771/Richard\\_tesis\\_titulo\\_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ujcm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12819/1771/Richard_tesis_titulo_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

- International Renewable Energy Agency. (2022). *Renewable capacity statistics 2022*. Recuperado de [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA\\_RE\\_Capacity\\_Statistics\\_2022.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2022/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2022.pdf)
- López, P. (2000). *Probabilidad & Estadística, conceptos, modelos y aplicaciones en Excel*. Santa Fé de Bogotá: Pearson Educación de Colombia.
- Mamani, E. y Nina, C. (2022). *Dimensionamiento de paneles solares para reducir costos de facturación de energía eléctrica en el mercado del distrito de Samegua-Moquegua 2022* (Tesis pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95694/Mamani\\_MEG-Nina\\_LCA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/95694/Mamani_MEG-Nina_LCA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Maslovski, J., Piat, G., Lujan, A. y De la Rosa, J. (2008). *Energía renovable Revista de Posgrado de la VI Cátedra de Medicina*, 183.
- Mazumder, P. et al. (2022). Methodology for technical feasibility and cost analysis of solar home lighting systems. *Journal of Cleaner Production*, 315(15), 128-166.
- Mendenhall, W. y Sincich, T. (1997). *Probabilidad y Estadística fotovoltáica para Ingeniería y Ciencias*. México: Prentice Hall.
- Mesa, J. (2009). Descripción y análisis del efecto fotovoltáico en la región. *Scientia et Technica*, 10(42), 327-334.
- MINEM. (2007). *Especificaciones técnicas del sistema fotovoltáico*. Recuperado de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/5327718/4775421-r-d-nro-003-2007-em-dge.pdf>

- MPPTSOLAR. (2017). *Orientación de paneles solares*. Recuperado de <http://www.mpptsolar.com/es/orientacion-inclinacion-paneles-solares.html>
- Neyra, L., & Bazán, E. (2020). *Estimación del Potencial de Energía Empleando Minería de Datos para el Diseño de un Sistema Fotovoltaico para el Sector San Isidro, Jaén-Perú* (Tesis pregrado). Universidad Nacional de Jaén, Jaén Perú. Recuperado de [https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/216/1/Neyra\\_CL\\_Baz%c3%a1n\\_PE.pdf](https://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/216/1/Neyra_CL_Baz%c3%a1n_PE.pdf)
- Olivera, G. (2021). *Diseño De Paneles Solares Térmico De Respaldo Para Proveer Agua Caliente Al Hospital María Reiche, Marcona-Ica* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur, Lima, Perú. Recuperado de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/6595847>
- Oliveros, A. (2012). *Mejora en la gestión de las energías renovables en la micro y pequeña empresa en el Perú (MYPE)* (Tesis de Maestría). Universidad de Piura, Piura, Perú. Recuperado de <https://pirhua.udpe.edu.pe/backend/api/core/bitstreams/1322acff-dff8-441a-93c6-f83ff279091c/content>
- Osinergmin. (2021). *Plan de Acceso Universal a la Energía 2021-2025*. Recuperado de [https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Institucional/Estudios\\_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf](https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energia-Renovable-Peru-10anios.pdf)
- Pareja, M. (2010). *Energía solar fotovoltaica*. España: Ediciones Técnicas Marcombo.

- Pérez Rodríguez, C. (2021). *Ahorro de consumo de electricidad en una instalación de placas solares fotovoltaicas para una vivienda* (Tesis pregrado). Universidad Pontificia Comillas, Madrid, España. Recuperado de <https://repositorio.comillas.edu/jspui/bitstream/11531/54942/1/TFG-%20Perez%20Rodriguez%2C%20Carlota.pdf>
- Perpiñán, O. (2013). *Energía solar fotovoltaica*. Recuperado de [https://procomun.files.wordpress.com/2010/02/esf\\_operpinandic2013.pdf](https://procomun.files.wordpress.com/2010/02/esf_operpinandic2013.pdf)
- Poclin, E. (2021). *Diseño y análisis de un sistema de paneles fotovoltaicos para la alimentación eléctrica de extractores helicocentrífugos en una de las instalaciones del Nuevo Hospital de Moquegua* (Tesis pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. Recuperado de <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/item/2d5ce808-10f8-4f02-9073-174eb2db9124>
- Roller, D., & Blum, R. (2020). *Física. Tomo II: Electricidad, magnetismo y óptica (Volumen 2)*. Barcelona, España: Reverté.
- Sala, G. (2007). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación.
- Samanes, J., Pascual, J., Berrueta, A., Araiz, M., Catalán, L., Aranguren, P., & Arricibita, D. (2019). *Energía sostenible: sin malos humos*. Universidad Pública de Navarra, España. Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/entities/publication/81598198-631a-4215-a831-83360582034e>
- Sanchez, L. (2019). *Propuesta de mejora del abastecimiento de energía con paneles solares para reducir insatisfacción de usuarios en Zarumilla-Tumbes* (Tesis pregrado). Universidad San Ignacio de Loyola, Lima, Perú.

Recuperado de <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f0d44471-c445-4027-b535-6ea1ac1ac990/content>

Sustainable Energy for All. (2022). *Finance for sustainable energy access*.

Recuperado de <https://www.seforall.org/>

Tipula, K. & Villafranca, I. (2022). Limitaciones técnicas y económicas de sistemas fotovoltaicos en zonas rurales del Perú. *Ciencia y Desarrollo*, 19(2), 27-35.

Tovar, J. (2022). *Plan de negocio para diseñar una propuesta de implementación de paneles solares para una mejor calidad de vida en la urbanización la Fortuna situada en la vereda de Sardinata municipio de Acacias Dpto. del Meta* (Tesis pregrado). Universidad Antonio Nariño, Santa Marta.

Recuperado de <https://repositorio.uan.edu.co/items/d1b0c8be-4daf-4093-97c4-2e898ffe1c04>

Vargas Domínguez, K. P. (2019). *Dimensionamiento e instalación de paneles solares térmicos para el calentamiento de agua de una piscina de, ubicada en Sangolqui* (Tesis pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Recuperado de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20187>

Volt, D. (2017). *El Sector de la Energía Eléctrica*. Recuperado de <https://deltavolt.pe/energia-renovable/renovable-Perú>

## APÉNDICES

### APÉNDICE 1: FICHA DE REGISTRO

Datos Requeridos	Descripción
<b>Cálculo de la Potencia de Iluminación:</b>	
Área del Gimnasio (m <sup>2</sup> )	
Nivel de Iluminación (lux)	
<b>Cálculo de la Potencia de Equipos:</b>	
Tipo de Equipo	
Potencia del Equipo (kW)	
Horas de Uso Diarias	
<b>Cálculo de la Potencia de Refrigeración:</b>	
Cantidad de Equipos de Climatización	
Potencia del Equipo de Climatización (kW)	
Horas de Uso Diarias	
<b>Presupuesto para la Instalación de Paneles Solares:</b>	
Costo de Paneles Solares (S/.)	
Costo del Sistema de Montaje (S/.)	
Costo del Sistema de Inversores (S/.)	
Costo del Cableado y Componentes Eléctricos (S/.)	
Costo de Instalación y Mano de Obra (S/.)	
<b>Comparación de Consumos Eléctricos:</b>	
Consumo Antes de Implementación de Paneles Solares (kWh)	
Consumo Después de Implementación de Paneles Solares (kWh)	

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### TÍTULO: EVALUACIÓN DE LA POTENCIA DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO AISLADO PARA EVALUAR EL COSTO ELÉCTRICO DEL GIMNASIO BELÉN DE LA PROVINCIA DE MARISCAL NIETO, MOQUEGUA 2023

	Preguntas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
G	¿Cuál es la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?	Determinar la evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	La evaluación de la potencia de un sistema fotovoltaico aislado reducirá considerablemente el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	<p><b>Variable independiente:</b></p> Potencia de un Sistema fotovoltaico	<p><b>Tipo de investigación:</b></p> Inv. aplicada
E1	¿Cuál es la potencia de iluminación requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?	Identificar la potencia de iluminación requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	La potencia de iluminación es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	<p>Potencia de equipos</p> <p>Potencia de refrigeración</p> <p><b>Variable dependiente:</b></p> Costo eléctrico	<p><b>Diseño:</b></p> No experimental
E2	¿Cuál es la potencia de equipos requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?	Identificar la potencia de equipos requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	La potencia de equipos es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	<p><b>Indicadores:</b></p> Consumo mensual antes de la instalación	<p><b>Población:</b></p> 10 gimnasios de la Provincia de Mariscal Nieto de Moquegua.
				<p>Consumo mensual después de la instalación</p> <p><b>Indicadores:</b></p> Consumo mensual después de la instalación	<p><b>Muestra:</b></p> Gimnasio Belén

E3 ¿Cuál es la potencia de refrigeración requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?	Identificar la potencia de refrigeración requerida para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	La potencia de refrigeración es alta para evaluar el costo eléctrico del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024
E4 ¿Cuál es el consumo antes y después de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024?	Comparar el consumo antes y después de la instalación de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024	La comparación de consumo antes y después de la instalación es significativo de un sistema fotovoltaico aislado del Gimnasio Belén de la Provincia Mariscal Nieto, Moquegua, en el año 2024, teniendo en cuenta dos casos o alternativas.

---