



# **Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática  
Escuela Profesional de Ingeniería Electrónica

## **Diseño de un sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión**

### **Tesis**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Electrónico

### **Autores**

Mesias Pimentel Veramendi  
Percy Anibal Damian Silva

### **Asesor**

Dr. Jorge Alberto Del Carpio Salinas

Huacho – Perú  
2024



**Reconocimiento - No Comercial – Sin Derivadas - Sin restricciones adicionales**

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

**Reconocimiento:** Debe otorgar el crédito correspondiente, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se realizaron cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de ninguna manera que sugiera que el licenciante lo respalda a usted o su uso. **No Comercial:** No puede utilizar el material con fines comerciales. **Sin Derivadas:** Si remezcla, transforma o construye sobre el material, no puede distribuir el material modificado. **Sin restricciones adicionales:** No puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros de hacer cualquier cosa que permita la licencia.



# UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## LICENCIADA

(Resolución de Consejo Directivo N° 012-2020-SUNEDU/CD de fecha 27/01/2020)

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

### INFORMACIÓN

<b>DATOS DEL AUTOR (ES):</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>FECHA DE SUSTENTACIÓN</b>
Mesias Pimentel Veramendi	76339622	07-05-2024
Percy Anibal Damian Silva	76912559	07-05-2024
<b>DATOS DEL ASESOR:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Jorge Alberto del Carpio Salinas	10271988	0000-0002-2687-4764
<b>DATOS DE LOS MIEMBROS DE JURADOS – PREGRADO/POSGRADO-MAESTRÍA-DOCTORADO:</b>		
<b>NOMBRES Y APELLIDOS</b>	<b>DNI</b>	<b>CÓDIGO ORCID</b>
Jorge Antonio Sánchez Guzmán	17829652	0000-0002-2387-2296
Ernesto Diaz Ronceros	46943961	0000-0002-2841-7014
Ulises Robert Martínez Chafalote	15616588	0000-0002-9523-308X

# DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL LABORATORIO DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN

## ORIGINALITY REPORT

<b>16%</b> SIMILARITY INDEX	<b>15%</b> INTERNET SOURCES	<b>2%</b> PUBLICATIONS	<b>7%</b> STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

## PRIMARY SOURCES

<b>1</b>	<b>repositorio.unjfsc.edu.pe</b> Internet Source	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Internet Source	<b>3%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unesum.edu.ec</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>fastercapital.com</b> Internet Source	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.ucsm.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Instituto Superior de Artes, Ciencias y Comunicación IACC</b> Student Paper	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repository.ucc.edu.co</b> Internet Source	<b>&lt;1%</b>

**DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL LABORATORIO  
DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL  
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**Mesias Pimentel Veramendi**

**Percy Anibal Damian Silva**

**TESIS DE PREGRADO**

**ASESOR:**

**Dr. Jorge Alberto Del Carpio Salinas**

**UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL, SISTEMAS E INFORMÁTICA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA**

**2023**

## **DEDICATORIA**

“A mis padres y mi familia, por su amor y apoyo inquebrantables,  
y a mi asesor, por su guía invaluable en este camino académico”.

*Mesias Pimentel Veramendi*

*Percy Anibal Damian Silva*

## **AGRADECIMIENTO**

“Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de esta tesis sobre el diseño del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

En primer lugar, agradezco a mi asesor por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso. Sus consejos y conocimientos fueron fundamentales para el desarrollo y la finalización de este trabajo.

Mi reconocimiento también se extiende al personal del laboratorio, cuya colaboración y asistencia técnica fueron invaluable para llevar a cabo las pruebas y la implementación del sistema fotovoltaico.

A mis amigos y familiares, quienes me brindaron su amor, comprensión y aliento incondicional, les estoy profundamente agradecido.

Por último, a todos aquellos que, directa o indirectamente, contribuyeron a este proyecto, mi más sincero agradecimiento. Este logro no hubiera sido posible sin su apoyo.

Gracias”.

## ÍNDICE

DEDICATORIA .....	5
AGRADECIMIENTO .....	6
RESUMEN .....	12
ABSTRACT .....	13
INTRODUCCIÓN.....	14
CAPÍTULO I.....	16
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	17
1.1. Descripción de la realidad problemática.....	17
1.2. Formulación del problema.....	19
1.2.1. Problema general .....	19
1.2.2. Problemas específicos.....	19
1.3. Objetivos de la investigación.....	20
1.3.1. Objetivo general .....	20
1.3.2. Objetivos específicos.....	20
1.4. Justificación .....	21
1.5. Delimitación .....	21
1.6. Viabilidad .....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO.....	24
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	24

2.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	28
2.2	Bases Teóricas: .....	36
2.2.1	Energía solar .....	36
2.2.2	Energía solar en el Perú .....	37
2.2.3	Energía renovable .....	38
2.2.4	Radiación solar .....	39
2.2.5	Sistema fotovoltaico .....	40
2.2.6	Cálculo de la energía fotovoltaica .....	43
2.2.7	Ventajas y desventajas de la energía solar.....	45
2.2.8	Panel solar .....	47
2.2.9	Tipos de paneles solares .....	49
2.2.10	Laboratorio de Simulación Electrónica - UNJFSC.....	50
2.4.	Hipótesis e investigación .....	53
2.4.1.	Hipótesis general.....	53
2.4.2.	Hipótesis específicas.....	53
2.5.	Operacionalización de las variables .....	53
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....		56
3.1	Diseño metodológico .....	57
3.1.1	Tipo de investigación.....	57
3.1.2	Nivel de Investigación .....	57
3.1.3	Diseño.....	57
3.1.4	Enfoque.....	58
3.2	Población y muestra .....	58

3.2.1 Población .....	58
3.2.2 Muestra .....	58
3.3 Técnica para la recolección de datos .....	59
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....	60
4.1 Análisis de resultados .....	61
4.2 Contrastación de hipótesis .....	69
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....	72
5.1 Discusión de los resultados .....	73
CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	74
6.1 Conclusiones .....	75
6.2 Recomendaciones .....	76
REFERENCIAS .....	77
7.1 Referencias bibliográficas .....	78
7.2 Referencias electrónicas .....	79
ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. MAPA DE ENERGÍA SOLAR EN EL TERRITORIO PERUANO.....	38
FIGURA 2. PROYECTO REALIZADO POR SMART HOUSE, 2019 .....	45
FIGURA 3. LABORATORIO DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA - UNJFSC .....	51
FIGURA 4. ESPECIFICACIONES DEL PANEL SOLAR FLEXIBLE 150W 12V DE MUST .	63
FIGURA 5. BATERÍA RITAR 12V 200AH .....	65
FIGURA 6. CONTROLADOR DE CARGA SOLAR PEPTEL .....	66
FIGURA 7. INVERSOR 12V 2000W BLUESOLAR.....	67
FIGURA 8. SOPORTE DE PANELES L FEET .....	68

## **ÍNDICE DE TABLAS**

TABLA 1. CONSUMO DE LOS EQUIPOS DEL LABORATORIO DE ELECTRÓNICA .....61

TABLA 2. PROPUESTO DE PRESUPUESTO PARA EL SISTEMA FOTOVOLTAICO .....69

## RESUMEN

**Título de la investigación:** “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL LABORATORIO DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”. **Objetivo:** Diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”. **Metodología:** “La presente investigación, pertenece al tipo de investigación aplicada, el nivel de investigación descriptiva, diseño no experimental y enfoque cuantitativo”. **Hipótesis:** Se logró diseñar el “sistema fotovoltaico” para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”. **Población:** Sistemas de energía renovables que permiten suministrar a un laboratorio en una universidad. **Instrumento:** Revisión bibliográfica sobre los datos y fichas técnicas. **Resultados:** Se obtuvo información sobre los paneles solares, 150W 12V, batería RITAR 12V 200AH, controlador de carga solar Peptel y un inversor 12V 2000W BlueSolar. El presupuesto fue de S/. 14,633.30 nuevos soles. **Conclusión:** Se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

**Palabras Claves:** Sistema fotovoltaico, paneles solares, baterías de almacenamiento.

## ABSTRACT

**Research title:** “DESIGN OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM FOR THE LABORATORY OF ELECTRONIC SIMULATION IN THE NATIONAL UNIVERSITY JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”. **Objective:** To design the photovoltaic system for the electronic simulation laboratory at the “José Faustino Sánchez Carrión National University”. **Methodology:** “The present research belongs to the type of applied research, the level of descriptive research, non-experimental design and quantitative approach”. **Hypothesis:** The photovoltaic system was designed for the electronic simulation laboratory at the “José Faustino Sánchez Carrión National University”. **Population:** Renewable energy systems that provide a laboratory at a university. **Instrument:** Bibliographic review of data and technical data sheets. **Results:** Information was obtained on solar panels, 150W 12V, RITAR 12V 200AH battery, Peptel solar charge controller and a 12V 2000W BlueSolar inverter. The budget was S/. 14,633.30 soles. **Conclusion:** The photovoltaic system was designed for the electronic simulation laboratory at the “José Faustino Sánchez Carrión National University”.

**Keywords:** Photovoltaic system, solar panels, storage batteries.

## INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de fuentes de energía sostenibles y la urgente necesidad de reducir la dependencia de “combustibles fósiles” han impulsado la exploración y aplicación de tecnologías renovables en diversos sectores. En este contexto, el presente trabajo de investigación se enfoca en el diseño de un sistema fotovoltaico destinado a proveer energía al “Laboratorio de Simulación Electrónica de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”. Esta iniciativa busca abordar la necesidad de integrar soluciones energéticas sostenibles y eficientes en entornos educativos, promoviendo la adopción de tecnologías limpias y contribuyendo a la formación de profesionales conscientes y comprometidos con el desarrollo sostenible.

El diseño de este sistema fotovoltaico se convierte en un desafío técnico y estratégico que involucra la planificación detallada de la instalación, selección precisa de componentes y la integración efectiva con las demandas energéticas específicas del Laboratorio de Simulación Electrónica. Considerando las características geográficas y ambientales de la región, se busca aprovechar el potencial de la radiación solar para garantizar un suministro estable y confiable de energía limpia, reduciendo así la dependencia de fuentes convencionales y mitigando el impacto ambiental asociado.

Este proyecto de investigación se fundamenta en la necesidad imperante de innovar y adoptar soluciones energéticas que no solo satisfagan las necesidades actuales del laboratorio, sino que también sienten las bases para un modelo energético sostenible a largo plazo en la

institución. Al reconocer el papel crucial de la educación en la promoción de prácticas sostenibles, este trabajo no solo aspira a implementar un sistema fotovoltaico funcional, sino también a establecer una plataforma educativa que fomente la comprensión y aprecio por las energías renovables entre estudiantes y personal académico.

La relevancia de esta investigación radica en su potencial para servir como un caso de estudio y modelo replicable para otras instituciones educativas que buscan integrar soluciones energéticas renovables en sus infraestructuras. Además, se espera que los hallazgos y el proceso de diseño delineado en este trabajo puedan contribuir al avance y perfeccionamiento de estrategias similares en diferentes contextos académicos y geográficos, fomentando así un impacto más amplio y positivo en la adopción de tecnologías sostenibles.

En el desarrollo de esta investigación se abordarán aspectos fundamentales del diseño del sistema fotovoltaico, desde la evaluación de necesidades energéticas específicas del laboratorio hasta la selección de componentes, diseño técnico y consideraciones económicas. Se espera que los resultados obtenidos no solo sean aplicables al caso particular de la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”, sino que también puedan servir como referencia y guía para proyectos similares en otras instituciones educativas y entornos.

# CAPÍTULO I

# EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

## 1.1. Descripción de la realidad problemática

Los sistemas fotovoltaicos (PV, por sus siglas en inglés) son “una tecnología que convierte la luz solar directamente en electricidad utilizando células solares. Estas células están hechas de materiales semiconductores, como el silicio, que absorben los fotones de la luz solar y generan corriente eléctrica en el proceso” (Mamani, 2019, p. 20). “La electricidad generada por los sistemas fotovoltaicos es una fuente de energía limpia y renovable, ya que no produce emisiones de gases de efecto invernadero ni contaminantes atmosféricos durante su funcionamiento” (Mamani, 2019, p. 21).

La importancia de los sistemas fotovoltaicos es considerable en el contexto actual. En primer lugar, contribuyen significativamente a la “mitigación del cambio climático al reducir la dependencia de combustibles fósiles para la generación de electricidad. Esto ayuda a disminuir las emisiones de dióxido de carbono y otros gases de efecto invernadero, que son responsables del calentamiento global” (Mamani, 2019, p. 30). Además, los sistemas fotovoltaicos pueden generar electricidad en lugares remotos o aislados, lo que les otorga un valor crucial en áreas sin acceso confiable a la red eléctrica.

Además de su impacto ambiental positivo, los sistemas fotovoltaicos ofrecen una gran importancia económica. Permiten a las empresas y hogares reducir sus costos de energía a lo largo del tiempo, ya que una vez instalados, los sistemas fotovoltaicos pueden generar electricidad gratuita durante décadas. Esto conduce a un retorno de la inversión atractivo a largo plazo y ahorros significativos en facturas de electricidad.

Además, la generación distribuida de energía solar puede aumentar la resiliencia de la red eléctrica al reducir la dependencia de grandes plantas de energía y al proporcionar energía de respaldo en casos de emergencia.

La tecnología fotovoltaica también fomenta la innovación y la investigación en materia de energía. A medida que “la eficiencia de los paneles solares y los sistemas de almacenamiento de energía” mejoran constantemente, se abren nuevas oportunidades para “aplicaciones en una amplia gama de industrias”, desde la movilidad eléctrica hasta la electrificación de zonas rurales. En resumen, los sistemas fotovoltaicos desempeñan un papel esencial en la transición hacia un futuro más sostenible, limpio y económicamente viable, y su adopción y desarrollo continuo son fundamentales para abordar los desafíos energéticos y ambientales globales.

La importancia de un “sistema fotovoltaico para el suministro de energía” a un laboratorio radica en su capacidad para ofrecer una fuente de energía limpia, confiable y sostenible. En primer lugar, los sistemas fotovoltaicos aprovechan la luz solar, una fuente de energía renovable y abundante, para generar electricidad. “Esto contribuye significativamente a la reducción de la huella de carbono del laboratorio y ayuda a mitigar el cambio climático al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la generación de energía a partir de combustibles fósiles” (Armijos y Cabrera, 2020, p. 18).

Además, la independencia energética que proporciona un sistema fotovoltaico es fundamental para la continuidad de las operaciones en un laboratorio. La electricidad generada por los paneles solares puede respaldar las necesidades críticas del laboratorio, incluso en situaciones de interrupción en el suministro eléctrico convencional. Esto

asegura que los experimentos, investigaciones y procesos en el laboratorio puedan continuar sin interrupciones, lo que es particularmente valioso en entornos donde la estabilidad de la energía es esencial.

Por último, la instalación de un sistema fotovoltaico en un laboratorio puede servir como un ejemplo de liderazgo ambiental y sostenibilidad para la comunidad científica y educativa. Puede inspirar a otros laboratorios a adoptar tecnologías de energía renovable y promover una mayor conciencia sobre la importancia de reducir la dependencia de los combustibles fósiles en la investigación y la educación científica. En resumen, un “sistema fotovoltaico para suministro de energía” en un laboratorio representa un paso significativo hacia un futuro más limpio, sostenible y eficiente desde el punto de vista energético.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

- ¿Cómo diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”?

- ¿Cómo seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”?
- ¿Cómo determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”?

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

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

- Diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

- Selección los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

- Determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

#### **1.4. Justificación**

La elección de utilizar un sistema fotovoltaico como suministro de alimentación en un laboratorio puede estar respaldada por varias razones y justificaciones, dependiendo de las necesidades específicas del laboratorio y las condiciones ambientales. Se presentará las razones para el diseño de un sistema fotovoltaico en el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

- Reducción de la huella de carbono
- Reducción de facturas Autonomía
- Energética de electricidad
- Imagen y Prestigio Institucional

#### **1.5. Delimitación**

##### **Delimitación temporal:**

La investigación estará comprendida entre los meses de setiembre del 2023 y diciembre del 2023.

##### **Delimitación espacial:**

Esta investigación está comprendida en el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **1.6. Viabilidad**

La presente investigación es viable porque se cuenta con los conocimientos en el área y se tiene los recursos económicos que demanda el estudio. Así mismo la cantidad de luz solar disponible en la ubicación es un factor importante.

# CAPÍTULO II

## MARCO TEÓRICO

### 2.1.1. Antecedentes internacionales

Morillo (2022) realizó una investigación donde planteó como objetivo principal “desarrollar un microsistema fotovoltaico autónomo capaz de abastecer de energía eléctrica al laboratorio VX Spectra de la empresa Schlumberger” (p. 10), que actualmente utiliza un generador eléctrico a base de diésel como fuente de energía. El propósito es utilizar energías renovables para alimentar este laboratorio especializado en el análisis del líquido pétreo en campos petroleros, lo que permitirá reducir la dependencia de combustibles fósiles y avanzar hacia una fuente de energía más sostenible. Metodología: “La metodología propuesta para llevar a cabo el proyecto implica la implementación de paneles solares de alto rendimiento y capacidad, baterías tipo gel que sean fáciles de manejar y estén contenidas en una estructura móvil, así como la incorporación de un inversor de alta eficiencia para optimizar el sistema” (p. 10). Además, se menciona la utilización de una simulación en un programa especializado para evaluar la factibilidad del proyecto. Esta simulación permitirá ingresar las características necesarias para obtener un modelo detallado y, al finalizar, se obtendrán “los parámetros técnicos y económicos del diseño”, que se compararán con el sistema de generación eléctrica actual para determinar su viabilidad. Población: El resumen no proporciona información específica sobre la población a la que está destinado el proyecto. Sin embargo, se puede inferir que la población objetivo está relacionada con la empresa Schlumberger y sus

operaciones en campos petroleros. El proyecto busca beneficiar a la empresa al proporcionar una fuente de energía más sostenible para su laboratorio de análisis del líquido pétreo. Resultados: Los resultados del proyecto incluyen la implementación exitosa de “un micro sistema fotovoltaico autónomo” que es capaz de abastecer de energía eléctrica al “laboratorio VX Spectra”. Se mencionan los componentes clave del sistema, como los paneles solares de alto rendimiento, las baterías tipo gel y el inversor de alta eficiencia. Además, se destaca la utilización de una simulación para evaluar la viabilidad técnica y económica del proyecto en comparación con el sistema de generación eléctrica actual basado en diésel. Conclusiones: Las conclusiones del proyecto probablemente se centrarán en la viabilidad de la implementación de energías renovables, en este caso, la energía solar, en un entorno empresarial como el laboratorio de Schlumberger. Se espera que se destaquen los beneficios ambientales y económicos de este cambio hacia una fuente de energía más sostenible. Además, es posible que se mencionen recomendaciones para la implementación y mantenimiento continuo del micro sistema fotovoltaico.

Quijije (2021) realizó una investigación cuyo objetivo principal del proyecto fue diseñar un sistema fotovoltaico que sea capaz de proporcionar la energía necesaria para alimentar el laboratorio de robótica. El objetivo secundario es establecer una guía para la implementación futura del sistema. Metodología: La metodología utilizada en el proyecto se basa en una investigación detallada de los componentes necesarios en un sistema fotovoltaico, como paneles solares, baterías, inversores y controladores. Se

eligió un panel solar policristalino de 150w, se analizaron los tipos de paneles solares disponibles y se describieron todos los componentes requeridos para el sistema fotovoltaico. Se utilizaron métodos hipotéticos, bibliográficos y estadísticos, y se llevaron a cabo encuestas, entrevistas y observaciones directas como parte de la investigación. Población: La población objetivo del proyecto no se menciona en el resumen, pero se puede asumir que está relacionada con la comunidad académica y estudiantes de la carrera de Ingeniería en Computación y Redes, especialmente aquellos que utilizan el laboratorio de robótica. Resultados: Los resultados del proyecto incluyen el diseño completo de un sistema fotovoltaico, con un esquema detallado de su funcionamiento. Se seleccionó un panel solar policristalino de 150w como la fuente principal de energía, y se identificaron los dispositivos electrónicos necesarios para su funcionamiento. Además, se obtuvieron conclusiones sobre los requisitos y características necesarios para un diseño viable. Conclusiones: El proyecto concluye que es fundamental comprender los requisitos y características necesarios para diseñar un sistema fotovoltaico que sea adecuado para el laboratorio de robótica. Se enfatiza la importancia de la investigación y el análisis de componentes y se destaca la utilidad del diseño como guía para futuras implementaciones. Además, se menciona que el sistema fotovoltaico diseñado tiene el potencial de mejorar la educación a través de la realización de clases prácticas.

Beltrán, Poveda y Carvajal (2018) realizó una investigación que tuvo como objetivo principal “realizar un estudio de prefactibilidad económica para la

implementación de un sistema de energización solar fotovoltaico para el laboratorio de Ingeniería Civil de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Villavicencio” (p. 14). Metodología: El tipo de investigación fue exploratorio. Resultados: “Para el consumo de cargas de aire acondicionado y luminarias se recupera la inversión en 11 años y 8 meses, realizando una inversión inicial de \$184.765.065. Para el consumo de cargas de luminarias se recupera la inversión en 11 años y 5 meses, realizando una inversión inicial de \$62.935.718” (p. 88). Conclusiones: Se concluye que “los consumos en watts de cargas de equipos en el laboratorio de Ingeniería civil, muestra un alto gasto en el área de hidráulica con la estación de fluidos y pérdidas de 3190 w.h y un bajo consumo con la balanza digital 2000 kg de 5.04 k.w.” (p. 88).

Coloma y Sislema (2017) realizó una investigación cuyo objetivo principal del proyecto fue “implementar un sistema solar fotovoltaico autónomo para abastecer de energía (iluminación y una carga demostrativa) al laboratorio de energías renovables. El proyecto tiene como objetivo mejorar el aprendizaje y la comprensión de temas relacionados con las energías renovables, así como analizar las ventajas y desventajas de este tipo de sistemas y demostrar su eficiencia en tiempo real” (p. 8). Metodología: La metodología utilizada en el proyecto implica la incorporación de componentes estándar para un sistema solar fotovoltaico, como “un regulador controlador de 24 VDC y 30 A (MORNINGSTAR EcoPulse), un inversor de corriente de 24 VDC y 1500 W de potencia, y un banco de baterías compuesto por dos baterías de 100 Ah tipo AGM de descarga profunda a 12 VDC conectadas en serie para obtener 24

VDC” (p. 9). Se utilizan cuatro módulos fotovoltaicos de 85 W, 18.22 VDC y 4.67 A, conectados en serie y paralelo. Se describe también el cableado utilizado en el sistema. Población: El resumen no proporciona información específica sobre la población a la que está destinado el proyecto. Sin embargo, se puede inferir que el sistema implementado tiene el propósito de beneficiar a estudiantes y profesionales interesados en el campo de las energías renovables, especialmente aquellos que trabajan o estudian en el laboratorio de energías renovables. Resultados: Los resultados del proyecto incluyen la implementación exitosa de un sistema solar fotovoltaico autónomo en el laboratorio de energías renovables. El sistema es capaz de proporcionar energía eléctrica para iluminación y una carga demostrativa, y se diseñó para tener un día de autonomía en caso de falta de radiación solar durante el día. Además, se mencionan los componentes y las capacidades del sistema, lo que permite una mejor visualización y práctica de los estudiantes. Conclusiones: Las conclusiones del proyecto resaltan la importancia de la implementación de sistemas solares fotovoltaicos autónomos para el aprendizaje y la demostración de conceptos relacionados con las energías renovables. Se destaca la eficiencia del sistema implementado y su capacidad para proporcionar energía incluso en condiciones de poca radiación solar. En general, el proyecto logra su objetivo de mejorar el entendimiento y la experiencia práctica en el campo de las energías renovables.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

Siuce (2022) en su tesis planteó como objetivo: “determinar el ángulo de inclinación eficiente basado en el factor geográfico con el fin de aumentar la potencia eléctrica generada por el panel solar fotovoltaico de la Universidad Nacional del Centro del Perú” (p. 10). Metodología: La investigación se clasifica como tecnológica. Se emplea un enfoque experimental y se utiliza el método sistémico. Se recopilaron datos utilizando fichas resumen en Excel como instrumento, y se procesaron utilizando estadísticas descriptivas mediante gráficos y tablas. Población: La población objetivo de esta investigación se centra en el panel solar fotovoltaico de la “Universidad Nacional del Centro del Perú” y en la región Junín donde está ubicado. Resultados: Los resultados de esta investigación incluyen lo siguiente: Se identificó que “los valores de radiación obtenidos con el sensor 1 y el sensor 3 corregido son cercanos, lo que sugiere la viabilidad de utilizar factores de corrección basados en el ángulo de inclinación. Se establece que el ángulo óptimo de instalación de paneles solares en la región Junín es de 10 grados” (p. 10), aunque se reconoce que este ángulo podría enfrentar problemas de acumulación de polvo. Se presenta un valor promedio de “radiación a 10 grados de inclinación, calculado en 3.931 kWh/m<sup>2</sup>/día a lo largo de un año”. Finalmente, el autor concluye que ajustar el ángulo de inclinación de los paneles solares basado en factores geográficos puede aumentar la potencia eléctrica generada por el panel solar fotovoltaico en la “Universidad Nacional del Centro del Perú”.

Armijos y Cabrera (2020) plantearon en su investigación como objetivo principal desarrollar un sistema híbrido de energía renovable que combine la

captación de energía solar fotovoltaica y eólica para generar energía eléctrica. Este sistema se implementará con la finalidad de abastecer de energía eléctrica a un laboratorio ecológico y servirá como módulo didáctico para fortalecer el conocimiento de los estudiantes de la UPS-G (posiblemente Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil) en el campo de las energías renovables.

Metodología: La metodología del proyecto se centra en la implementación de dos tipos de generadores de energía renovable: paneles fotovoltaicos y un aerogenerador. Estos generadores captarán la energía solar y eólica respectivamente y la convertirán en energía eléctrica. Se menciona que el sistema híbrido será autónomo o podrá estar conectado a la red eléctrica. Además, se destaca que se utilizará el laboratorio ecológico como un entorno de enseñanza para los estudiantes, lo que implica un enfoque didáctico en la implementación del sistema.

Población: La población objetivo de este proyecto está compuesta principalmente por los estudiantes de la UPS-G (posiblemente Universidad Politécnica Salesiana - Sede Guayaquil). El proyecto busca beneficiar a estos estudiantes al proporcionarles la oportunidad de aprender sobre sistemas de energía renovable a través de la manipulación y el uso de los generadores híbridos implementados en el laboratorio ecológico. Además, se menciona que el sistema puede tener un impacto positivo en lugares con escasez de energía.

Resultados: Los resultados del proyecto incluyen la implementación exitosa de dos tipos de generadores de energía renovable: paneles fotovoltaicos y un aerogenerador. Estos generadores son capaces de convertir la energía solar y eólica en energía eléctrica para abastecer al laboratorio ecológico. Además, se menciona que estos generadores se utilizan como módulos didácticos para

fortalecer el conocimiento de los estudiantes en el campo de las energías renovables. Conclusiones: Las conclusiones del proyecto se centran en la importancia de la implementación de sistemas híbridos de energía renovable que combinen múltiples fuentes de energía para abastecer de manera sostenible a lugares con escasez energética. Se destaca el valor educativo del laboratorio ecológico como un entorno de aprendizaje práctico para los estudiantes. Además, se resalta la contribución potencial de este proyecto a la mejora de la disponibilidad de energía en áreas donde es escasa.

Mamani (2019) “realizó una investigación que tuvo como objetivo principal diseñar un sistema de energía solar fotovoltaica para la iluminación de bajo consumo en los laboratorios de electricidad del tercer nivel del Pabellón R de la Universidad Católica de Santa María” (p. 15). Además, se busca fomentar el interés y la investigación en energías renovables, específicamente en energía solar, entre la comunidad universitaria. Metodología: La metodología utilizada en esta investigación involucró varias etapas. Primero, se realizó un análisis detallado de la radiación solar disponible en la ciudad a lo largo de todo el año. Luego, se procedió al diseño del sistema de energía solar fotovoltaica, considerando la carga eléctrica requerida para la iluminación de los laboratorios durante un período de funcionamiento diario estimado de 12 horas. Se llevaron a cabo cálculos para determinar el tamaño óptimo de los paneles fotovoltaicos, la capacidad de almacenamiento de energía y los componentes necesarios del sistema. Además, se efectuó una evaluación económica y de viabilidad comparando el sistema de energía solar fotovoltaica con un sistema de energía

convencional a lo largo de un período de 20 años. Población: La población objetivo de esta investigación es la comunidad universitaria de la “Universidad Católica de Santa María”. En particular, se enfoca en los “laboratorios de electricidad del tercer nivel del Pabellón R”. Resultados: Los resultados de esta investigación habrían incluido: Diseño detallado del sistema de energía solar fotovoltaica, incluyendo la capacidad y disposición de los paneles solares, sistema de almacenamiento de energía (baterías), inversores y otros componentes necesarios. Conclusiones: el autor concluye que, aunque la viabilidad técnica de un sistema fotovoltaico autónomo es clara debido al alto potencial solar en Arequipa, la falta de masificación de la tecnología y la ausencia de regulación y dispositivos de medición bidireccional hacen que la implementación sea inviable económicamente en la actualidad, a pesar de la existencia de la tecnología.

Sánchez (2019) desarrollo una investigación que tuvo por objetivo “presentar una alternativa de solución para el sistema de energía eléctrica en la provincia de Zarumilla, región de Tumbes” (p. 8). La alternativa busca abordar los problemas actuales del sistema de energía, incluyendo la dependencia de combustibles fósiles y la insatisfacción de los usuarios. Metodología: Se llevó a cabo un “análisis de la situación actual” del sistema de energía eléctrica en la provincia de Zarumilla. Se evaluó el funcionamiento de la central térmica existente y se consideraron factores como la generación de “gases de efecto invernadero”, insatisfacción de los usuarios y cortes de energía. “Se realizaron encuestas cerradas para recopilar la opinión de los usuarios sobre el servicio y la

propuesta de utilizar energía solar mediante paneles solares. Población: La población de interés son los usuarios del sistema de energía eléctrica en la provincia de Zarumilla” (p. 10). Resultados: Un 54% de los encuestados expresaron insatisfacción con el servicio actual de energía eléctrica en la provincia. Se reveló un alto nivel de conocimiento entre los encuestados sobre “la energía solar mediante paneles solares y una aprobación superior al 90% de la propuesta de utilizar esta tecnología como alternativa. La provincia de Zarumilla se encuentra en una región con tarifas de energía eléctrica altas” (p. 10). Conclusiones: El sistema de energía eléctrica actual en la “provincia de Zarumilla” enfrenta problemas significativos, incluyendo la insatisfacción de los usuarios, dependencia de combustibles fósiles y cortes de energía. La energía solar mediante paneles solares se identifica como la alternativa más atractiva para solucionar los problemas mencionados, ya que “se adapta a las condiciones naturales de la zona, como la irradiación solar y la duración astronómica” (p. 11). La aprobación de la propuesta de energía solar por parte de los encuestados respalda la viabilidad de esta alternativa.

Escobedo (2018) realizó una investigación que tuvo por “objetivo general un sistema fotovoltaico en un Laboratorio de Cómputo con el fin de promover el uso de energías no convencionales, específicamente la energía solar, para reducir el impacto ambiental causado por las energías convencionales” (p. 12). Metodología: La investigación se enmarcó en el tipo de investigación aplicada. Se recopilaron datos y se realizaron cálculos relevantes. Se determinó “la energía eléctrica promedio diaria” requerida para el laboratorio, la radiación solar

mediante tres fuentes diferentes, y se diseñó el sistema fotovoltaico considerando paneles, baterías, regulador de carga e inversor. Se elaboró un presupuesto y se realizó un análisis de viabilidad del proyecto. Población: La población de interés es el “Laboratorio de Cómputo del Colegio Nacional Coloso y Emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén – Cajamarca”. Resultados: “La energía eléctrica promedio diaria necesaria para el laboratorio es de 8,986.48 Wh/día. La máxima demanda de potencia instalada es de 1,711.71 W” (p. 50). Se determinaron tres valores de radiación solar: “4.75 kWh/m<sup>2</sup>/día, 5.50 kWh/m<sup>2</sup>/día y 6.15 kWh/m<sup>2</sup>/día, eligiendo el valor más bajo: 4.75 kWh/m<sup>2</sup>/día. El sistema fotovoltaico propuesto consta de 24 paneles fotovoltaicos SIMAX de 150 Wp cada uno, 12 baterías RITAR de 200 A.h, 01 regulador de carga Blue Solar de 150/70 y 01 inversor de 2,500 W. La potencia de captación del generador fotovoltaico es de 3.6 kWp. El presupuesto total del sistema fotovoltaico es de S/. 63,747.63” (p. 65). Finalmente, el autor concluye que se logró diseñar un sistema fotovoltaico adecuado para cubrir las necesidades energéticas del Laboratorio de Cómputo, utilizando paneles, baterías y equipos necesarios. El análisis de viabilidad mostró que el proyecto es económicamente viable con un Valor Actual Neto (VAN) de S/. 2,058.81 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 21% en un horizonte de 20 años, considerando el apoyo de la “UGEL Cajamarca”.

Bravo y Gamarra (2016) “en su tesis plantearon como objetivo: diseñar un sistema fotovoltaico que satisfaga la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz” (p. 15). El

enfoque se basa en la importancia de utilizar energías renovables y en el ahorro de costos de energía que resultaría de la implementación de dicho sistema.

Metodología: La metodología utilizada en esta investigación incluye varias etapas. “Comienza con la medición de la radiación solar mediante el software METEONORM Versión 7.0 (demo) para determinar la cantidad de energía solar disponible en el lugar. Luego, se estima la carga eléctrica conectada utilizando herramientas como una pinza amperimétrica y hojas de datos de los equipos del laboratorio. Se identifica el área en el techo del laboratorio donde se instalarán los paneles solares y se realizan cálculos matemáticos para determinar los componentes necesarios del sistema, como el voltaje de instalación, el número y tipo de paneles solares, configuración de reguladores de carga, baterías, inversor y la disposición topológica del sistema”. Población: La población objetivo de esta investigación son los “laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz”. Resultados: “Los resultados de esta investigación son los siguientes: Se obtuvo un promedio anual de irradiación solar de 5.1 kW/m<sup>2</sup> por día utilizando el software METEONORM Versión 7.0 (demo). Se determinó la carga eléctrica conectada a través del uso de una pinza amperimétrica y hojas de datos de equipos de laboratorio. Se calculó y diseñó el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección del número y tipo de paneles solares, la configuración de reguladores de carga, el tipo y número de baterías, las características del inversor y la disposición topológica del sistema. Se seleccionaron los equipos y componentes necesarios para el sistema utilizando catálogos de empresas especializadas en el rubro. Se determinó el costo total del sistema a implementar. Finalmente, el autor concluye que: el diseño de un

sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz” es viable y beneficioso en términos de la utilización de energías renovables y el ahorro de costos de energía. Los resultados obtenidos a través de la metodología propuesta permiten planificar y dimensionar adecuadamente los componentes del sistema, lo que lleva a la selección de equipos y a la estimación del costo total del proyecto.

## **2.2 Bases Teóricas:**

### **2.2.1 Energía solar**

“La energía solar es una fuente de energía renovable que se obtiene del sol” y se convierte en electricidad o calor para su uso en diversas aplicaciones. Esta fuente de energía se aprovecha mediante la captación de la radiación solar y su conversión en energía utilizable. “La radiación solar llega a la Tierra en forma de luz y calor, y su disponibilidad varía según la ubicación geográfica y las condiciones climáticas.

La conversión de la energía solar en electricidad se logra a través de paneles solares fotovoltaicos, que contienen células solares que absorben la luz solar y generan corriente eléctrica” (Mamani, 2019). Estos paneles son cada vez más eficientes y asequibles, lo que ha impulsado su uso en aplicaciones residenciales, comerciales e industriales. Además, la energía solar también se utiliza para calentar agua y generar calor en sistemas de calefacción y refrigeración solares.

“La energía solar es una fuente de energía limpia y sostenible que contribuye a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto

invernadero. Su uso está en constante crecimiento a nivel mundial, y se espera que desempeñe un papel fundamental en la transición hacia una matriz energética más sostenible y respetuosa con el medio ambiente” (Mamani, 2019).

### **2.2.2 Energía solar en el Perú**

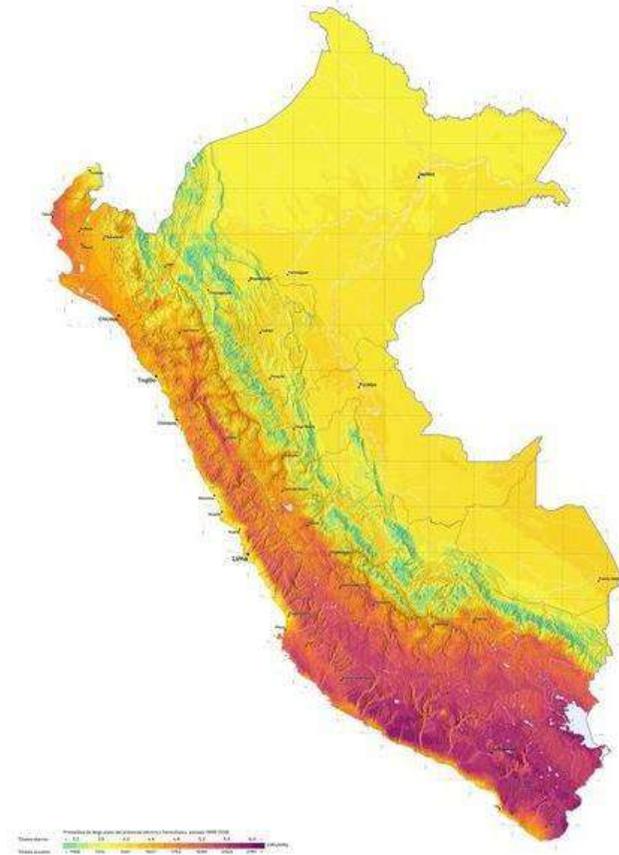
La energía solar en el Perú ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, convirtiéndose en una fuente de energía renovable cada vez más relevante en el país. Según el informe del Ministerio de Energía y Minas del Perú (MINEM, 2021), el potencial solar del país es considerable debido a su ubicación geográfica en la región tropical y la alta radiación solar que recibe a lo largo del año. Esta abundante fuente de energía solar ha impulsado la implementación de proyectos de generación de electricidad a partir de paneles solares en diversas regiones del país.

Uno de los factores clave que ha contribuido al desarrollo de la energía solar en el Perú es el compromiso del gobierno en promover las energías renovables. El Plan Nacional de Electrificación Rural del MINEM ha facilitado la electrificación de zonas rurales a través de sistemas fotovoltaicos, llevando la electricidad a comunidades previamente excluidas de la red eléctrica convencional (MINEM, 2021).

Además de la generación de electricidad, la energía solar también se ha utilizado en aplicaciones térmicas, como calentadores solares de agua para hogares y empresas. Estos sistemas aprovechan la radiación solar para calentar agua, contribuyendo a la eficiencia energética y la reducción de costos en la provisión de agua caliente sanitaria (MINEM, 2021).

En resumen, la energía solar en el Perú está en crecimiento gracias a su abundante recurso solar y al respaldo gubernamental en promover su desarrollo. La

implementación de proyectos solares y la electrificación rural son ejemplos concretos de cómo esta fuente de energía renovable está contribuyendo a mejorar la calidad de vida y la sostenibilidad energética en el país (MINEM, 2021).



**Figura 1.** Mapa de energía solar en el territorio peruano.

**Fuente:** Solargis <https://solargis.com/es/maps-and-gis-data/download/peru>

### 2.2.3 Energía renovable

“La energía renovable se refiere a fuentes de energía que son naturalmente abundantes y se pueden regenerar en un período de tiempo relativamente corto. Estas fuentes de energía son una alternativa crucial a los combustibles fósiles, ya que

ayudan a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y a combatir el cambio climático”. Según el autor Smith (2019), las fuentes de energía renovable incluyen la energía solar, eólica, hidroeléctrica, geotérmica y de biomasa.

“La energía solar aprovecha la radiación solar mediante paneles fotovoltaicos para convertirla en electricidad. La energía eólica utiliza la fuerza del viento para hacer girar turbinas y generar electricidad. La energía hidroeléctrica se obtiene de la energía cinética del agua en movimiento, mientras que la energía geotérmica proviene del calor de la Tierra. Finalmente, la energía de biomasa se obtiene de materiales orgánicos, como madera o residuos agrícolas, a través de procesos de combustión controlada o digestión anaeróbica” (Smith, 2019).

La principal ventaja de las energías renovables es su sostenibilidad a largo plazo, ya que no se agotan y generan muy bajas emisiones de carbono en comparación con los combustibles fósiles. Sin embargo, su implementación a gran escala y su eficiencia pueden verse influenciadas por factores como la ubicación geográfica y las condiciones climáticas. En resumen, las energías renovables son una parte crucial de la transición hacia un sistema energético más limpio y sostenible, como señala Smith (2019).

#### **2.2.4 Radiación solar**

“La radiación solar es la energía electromagnética emitida por el sol y que se propaga a través del espacio hasta llegar a la Tierra. Esta radiación se compone de diferentes tipos de ondas electromagnéticas, incluyendo la luz visible, los rayos ultravioletas, los rayos infrarrojos y otras formas de energía. La radiación solar es esencial para mantener la vida en la Tierra, ya que proporciona la fuente principal de

energía que impulsa los procesos climáticos y permite la fotosíntesis en las plantas, que a su vez sustenta toda la cadena alimentaria” (Smith, 2019).

La radiación solar que llega a la Tierra puede variar según factores como la “ubicación geográfica, la hora del día, la estación del año y la presencia de nubes o contaminantes atmosféricos”. En la superficie terrestre, esta radiación solar puede ser aprovechada para una amplia gama de aplicaciones, como la generación de electricidad a través de paneles solares fotovoltaicos, la producción de calor mediante colectores solares térmicos, o incluso para actividades cotidianas como la iluminación y la calefacción natural de edificios.

Sin embargo, también es importante tener en cuenta que “la radiación solar puede tener efectos perjudiciales en la salud humana si no se toman las precauciones adecuadas, ya que la exposición excesiva a los rayos ultravioleta puede causar daño en la piel y aumentar el riesgo de cáncer de piel” (Smith, 2019). Por lo tanto, es fundamental equilibrar los beneficios y los riesgos de la radiación solar y tomar medidas para protegerse de sus efectos negativos mientras se aprovecha su valiosa energía.

### **2.2.5 Sistema fotovoltaico**

Smith (2019) “Un sistema fotovoltaico es una tecnología que convierte la luz solar en electricidad utilizando células solares, que son dispositivos semiconductores diseñados para liberar electrones cuando son expuestos a la radiación solar. Estos sistemas son una parte fundamental de la energía solar y desempeñan un papel crucial en la transición hacia fuentes de energía más limpias y sostenibles” (p. 18).

Un sistema fotovoltaico típico consta de paneles solares, inversores, baterías (en algunos casos) y una estructura de montaje. Los paneles solares están compuestos por numerosas células solares conectadas en serie y montadas en una estructura que se coloca en áreas expuestas al sol. Cuando los rayos solares inciden sobre los paneles, las células solares generan corriente continua (CC). Esta corriente continua es luego convertida en corriente alterna (CA) por los inversores, lo que la hace utilizable en la mayoría de los hogares y sistemas eléctricos.

Los sistemas fotovoltaicos son Smith (2019) “una fuente de energía limpia y sostenible, ya que no emiten contaminantes ni gases de efecto invernadero durante su operación. Además, reducen la dependencia de los combustibles fósiles y contribuyen a la mitigación del cambio climático. Con avances tecnológicos constantes y una mayor inversión en energía solar, estos sistemas están desempeñando un papel cada vez más importante en la generación de electricidad a nivel mundial, ayudando a diversificar la matriz energética y a alcanzar objetivos de energía limpia y renovable” (p. 40).

Un sistema fotovoltaico, también conocido como sistema solar fotovoltaico, consta de varios componentes esenciales, entre ellos la batería y el regulador (también conocido como controlador de carga). Estos dos componentes desempeñan roles importantes en un sistema fotovoltaico, especialmente en sistemas fuera de la red (off-grid) o híbridos.

- **Batería:** La batería en un sistema fotovoltaico almacena “la energía generada por los paneles solares durante el día para su uso durante la noche o en días nublados”. Las baterías son cruciales para garantizar un suministro constante de energía en sistemas aislados o cuando la energía solar no está disponible. “Algunos tipos comunes de baterías utilizadas en sistemas fotovoltaicos incluyen baterías de plomo-ácido, baterías de iones de litio y baterías de flujo. La elección de la batería depende de factores como la capacidad de almacenamiento necesaria y la durabilidad” (Mamani, 2019).
  
- **Regulador de carga (controlador de carga):** “El regulador de carga es un dispositivo que controla la carga de la batería y evita que se sobrecargue o descargue en exceso. Esto es esencial para prolongar la vida útil de las baterías y garantizar un funcionamiento seguro del sistema. Hay dos tipos principales de reguladores de carga” (Smith, 2019):
  - ✓ **Regulador de carga PWM (Modulación de Ancho de Pulso):** Este tipo de regulador ajusta el voltaje de los paneles solares para que coincida con la tensión de la batería y regula la cantidad de corriente que fluye hacia la batería. Ayuda a mantener la batería en un estado óptimo de carga y evita la sobrecarga.

- ✓ Regulador de carga MPPT (Seguimiento del Punto de Máxima Potencia): Los reguladores MPPT “son más eficientes en la conversión de la energía solar en electricidad utilizable. Realizan un seguimiento del punto de máxima potencia de los paneles solares y ajustan la corriente y la tensión para maximizar la eficiencia de carga de la batería” (Mamani, 2019).

La batería almacena la energía generada por los paneles solares, permitiendo el uso de la electricidad en momentos en que el sol no está disponible, y el regulador de carga protege la batería de la sobrecarga y la descarga excesiva, garantizando un funcionamiento seguro y eficiente del sistema fotovoltaico. Ambos componentes son esenciales para sistemas solares autónomos o híbridos, donde la red eléctrica no está disponible o se utiliza de manera complementaria.

### **2.2.6 Cálculo de la energía fotovoltaica**

El cálculo de la energía fotovoltaica generada por un sistema solar depende de varios factores, incluyendo la radiación solar incidente, la eficiencia de los paneles solares, la capacidad del sistema y la duración de la exposición solar. Aquí te proporciono una fórmula básica para calcular la energía fotovoltaica:

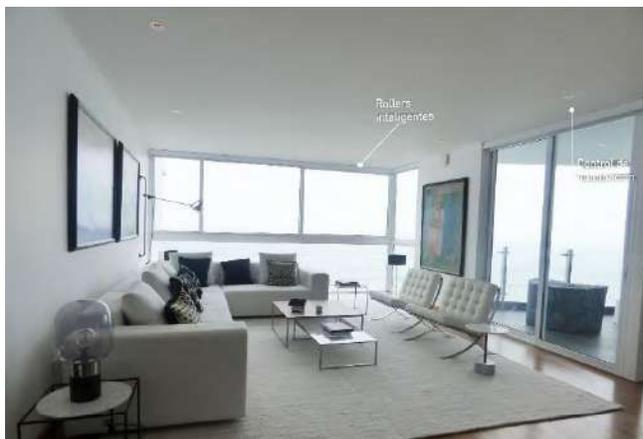
Energía Fotovoltaica (en kilovatios-hora, kWh) = Radiación Solar (en horas pico de sol, h) x Potencia del Sistema Solar (en kilovatios, kW) x Eficiencia del Sistema (%)

- **Radiación Solar:** La radiación solar es la cantidad de energía solar que llega a una ubicación específica durante un período de tiempo. Debes conocer la radiación solar promedio en tu área, generalmente expresada en horas pico de sol por día (kWh/m<sup>2</sup>/día). Puedes obtener esta información de fuentes locales o en línea, como bases de datos climáticas.
- **Potencia del Sistema Solar:** La potencia del sistema solar se refiere a la capacidad máxima de generación de electricidad del sistema fotovoltaico. Se mide en kilovatios (kW) y generalmente se calcula en función de la cantidad y la potencia de los paneles solares instalados. Por ejemplo, si tienes 10 paneles solares de 300 vatios cada uno, la potencia del sistema sería de 3 kW (10 x 0.3 kW).
- **Eficiencia del Sistema:** La eficiencia del sistema tiene en cuenta las pérdidas inherentes al proceso de conversión de la radiación solar en electricidad y la eficiencia del inversor. Por lo general, se expresa como un porcentaje. Por ejemplo, si la eficiencia del sistema es del 15%, la conversión de la radiación solar en electricidad será del 15%.

Una vez que tengas estos valores, puedes multiplicarlos para calcular la energía fotovoltaica generada por tu sistema durante un período de tiempo específico. Por ejemplo, si tienes un sistema solar de 5 kW con una eficiencia del 15% y en tu área hay un promedio de 5 horas pico de sol al día, el cálculo sería:

Energía Fotovoltaica = 5 horas x 5 kW x 0.15 = 3.75 kWh por día.

Este cálculo te dará una estimación diaria de la energía generada por tu sistema. Puedes multiplicar este valor por el número de días para obtener una estimación mensual o anual, teniendo en cuenta las variaciones estacionales en la radiación solar. Ten en cuenta que otros factores, como la inclinación y la orientación de los paneles solares, también pueden influir en la producción de energía.



*Figura 2.* “Proyecto realizado por Smart House, 2019”

### **2.2.7 Ventajas y desventajas de la energía solar**

“La energía solar” tiene varias ventajas y desventajas que deben considerarse al evaluar su viabilidad como fuente de energía. Aquí te presento algunas de las principales ventajas y desventajas de la energía solar:

#### **Ventajas:**

- **Renovable y Sostenible:** “La energía solar es una fuente de energía renovable e inagotable, ya que proviene del sol, que continuará brillando durante miles de millones de años” (Smith, 2019).
- **Bajas Emisiones de Carbono:** “La generación de energía solar produce bajas emisiones de gases de efecto invernadero y no contribuye significativamente al cambio climático, lo que la convierte en una fuente de energía respetuosa con el medio ambiente”.
- **Reducción de Costos a Largo Plazo:** “Una vez instalados, los sistemas solares pueden generar electricidad de manera gratuita durante décadas, lo que puede llevar a un ahorro significativo en las facturas de energía a largo plazo”.
- **Independencia Energética:** “La energía solar permite a los usuarios generar su propia electricidad, lo que reduce la dependencia de las redes eléctricas y los combustibles fósiles”.
- **Amplia Disponibilidad:** “La energía solar está disponible en todo el mundo, aunque la cantidad de radiación solar varía según la ubicación geográfica”.

**Desventajas:**

- **Intensidad Variable:** La disponibilidad de luz solar varía según la hora del día, las estaciones y las condiciones climáticas, lo que puede afectar la generación de energía y requiere sistemas de almacenamiento o respaldo.

- **Costo Inicial Elevado:** La instalación de sistemas solares puede ser costosa debido al precio de los paneles y los inversores. Aunque los costos han disminuido en los últimos años, la inversión inicial puede ser un obstáculo.
- **Espacio Requerido:** Se necesitan áreas grandes de paneles solares para generar cantidades significativas de electricidad, lo que puede ser un problema en áreas urbanas densamente pobladas.
- **Almacenamiento de Energía:** “Para utilizar la energía solar durante la noche o en días nublados, se requieren sistemas de almacenamiento de energía, como baterías, que pueden agregar costos adicionales”.
- **Impacto Ambiental en la Producción:** “La fabricación y disposición de paneles solares pueden tener impactos ambientales, aunque estos son generalmente menores en comparación con la producción de energía a partir de combustibles fósiles”.

La energía solar tiene muchas ventajas relacionadas con su sostenibilidad y reducción de emisiones, pero también presenta desafíos, como la variabilidad y los costos iniciales. Su adopción y viabilidad dependen en gran medida de la ubicación geográfica, los incentivos gubernamentales y la tecnología disponible.

### **2.2.8 Panel solar**

Un panel solar, también conocido como módulo solar o “panel fotovoltaico”, “es un dispositivo diseñado para convertir la energía de la radiación solar en electricidad de corriente continua mediante el uso de células solares fotovoltaicas”.

Esta tecnología ha sido fundamental para aprovechar de manera eficiente la luz del sol como fuente de energía renovable. Según Green et al. (2020), los paneles solares son una parte esencial de los sistemas de energía solar y se utilizan en “una variedad de aplicaciones, desde la generación de electricidad a pequeña escala en hogares y negocios hasta proyectos de energía solar a gran escala en plantas de energía solar”.

La estructura de un panel solar generalmente consta de múltiples células solares conectadas en serie o en paralelo para aumentar la capacidad de generación de energía. Cada célula solar está hecha de materiales semiconductores, como el silicio, que interactúan con los fotones de la luz solar para liberar electrones, creando así una corriente eléctrica. Según Pérez y Rodríguez (2019), “la eficiencia de los paneles solares ha mejorado significativamente a lo largo de los años”, lo que los hace más asequibles y accesibles para una amplia gama de aplicaciones.

Los paneles solares han demostrado ser “una fuente de energía limpia y sostenible, contribuyendo a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la mitigación del cambio climático” (Smith & Johnson, 2018). Además, su mantenimiento es relativamente sencillo y su vida útil puede superar “los 25 años, lo que los convierte en una inversión a largo plazo en la generación de energía renovable”.

En conclusión, “los paneles solares son dispositivos fundamentales en la conversión de la luz solar en electricidad. A medida que la tecnología continúa avanzando y se optimiza, se espera que los paneles solares desempeñen un papel cada vez más importante en la transición hacia una matriz energética más sostenible y respetuosa con el medio ambiente” (Smith, 2019).

### 2.2.9 Tipos de paneles solares

Existen varios tipos de paneles solares, cada uno con sus propias características y aplicaciones específicas. A continuación, se describen cinco tipos comunes de paneles solares:

**Paneles Solares de Silicio Monocristalino:** “Estos paneles están fabricados a partir de células de silicio monocristalino, lo que los hace altamente eficientes en la conversión de la luz solar en electricidad”. Son conocidos por su aspecto uniforme y su alta eficiencia, lo que los hace ideales para aplicaciones con espacio limitado. Sin embargo, su proceso de fabricación es más costoso.

**Paneles Solares de Silicio Policristalino:** “Estos paneles están hechos de células de silicio policristalino, que son menos eficientes que las monocristalinas, pero más económicas de producir”. A pesar de ser ligeramente menos eficientes, son una opción popular para sistemas solares residenciales debido a su relación costo-eficiencia.

**Paneles Solares de Capa Fina (Thin-Film):** “Los paneles de capa fina” utilizan materiales semiconductores en lugar de silicio y son más delgados y flexibles. Aunque “su eficiencia es generalmente menor que la de los paneles de silicio”, son ideales para aplicaciones específicas como instalaciones integradas en edificios y techos curvos debido a su flexibilidad.

**Paneles Solares Bifaciales:** “Estos paneles pueden capturar la luz solar tanto en el lado frontal como en el trasero, lo que aumenta la eficiencia al aprovechar la luz reflejada desde superficies cercanas”. Son adecuados para instalaciones en suelos con superficies reflectantes o elevaciones, lo que los hace ideales para proyectos comerciales y de gran escala.

Paneles Solares Orgánicos: Estos paneles utilizan materiales orgánicos en lugar de silicio y tienen un aspecto más delgado y flexible. Aunque su eficiencia aún es menor que la de los paneles tradicionales, la tecnología de paneles solares orgánicos está en constante desarrollo y tiene el potencial de ser más económica y versátil en el futuro.

La elección del tipo de panel solar depende de factores como la eficiencia requerida, el presupuesto, el espacio disponible y la aplicación específica. Cada tipo de panel solar tiene sus ventajas y desventajas, por lo que es importante considerar cuidadosamente las necesidades de tu proyecto antes de tomar una decisión.

#### **2.2.10 Laboratorio de Simulación Electrónica - UNJFSC**

“El Laboratorio presta servicios de apoyo a la labor de enseñanza, atendiendo a profesores y estudiantes en el buen desarrollo de sus prácticas de laboratorio, realizados en forma física (utilizando componentes y dispositivos electrónicos) y virtual (utilizando software de simulación), donde aplican los conocimientos teóricos, reforzándolos y realizando proyectos de aplicación” (UNJFSC, 2018).

#### **“Líneas de investigación relacionadas a las actividades que se realizan en el laboratorio”**

- “Área: Ingeniería y Tecnología
- Sub área: Otras Ingeniería y Tecnologías

#### **Trabajos de Investigación**

- Implementación de una red de televisión por cable y la satisfacción de los clientes en la zona de Hornillos Huacho- 2018.

- Diseño de un sistema de seguridad basado en microcontrolador PIC para la Central Hidroeléctrica en el Centro Poblado Rapaz.
- Diseño de controlador de semáforo para mejorar la calidad de tecnología en el tránsito de la ciudad de Huacho”.



*Figura 3.* “Laboratorio de Simulación Electrónica – UNJFSC”

### **2.3. Definición de términos básicos:**

- ✓ Celdas fotovoltaicas: “Son placas que tienen como única función transformar la radiación o los rayos ultravioletas del sol en electricidad. Además, son hechos con materiales semiconductores para que el proceso no se vea interrumpido y se obtengan los resultados esperados”.
- ✓ Amperio: “Se define como una herramienta que mide la intensidad o el nivel de la corriente eléctrica, es decir, con esto se puede conocer que cantidad de electricidad pasa por un conductor y en qué tiempo”.

- ✓ Energía activa: “Energía eléctrica transformable en otra forma de energía”.
- ✓ Instalación Fotovoltaica: “Conjunto de elementos encargados de transformar la energía solar en energía eléctrica”.
- ✓ Almacenamiento de energía: “Se utiliza un sistema de almacenamiento con el fin de disponer de la energía de manera continua, resguardando las irregularidades de suministro y mejorando la planificación de los sistemas de generación”.
- ✓ Tecnología fotovoltaica: “Se refiere a los aparatos o herramientas que utilizan energía renovable y limpia que no causa daños colaterales para la naturaleza o para el planeta en sí”.
- ✓ Energía solar fotovoltaica: “Se define como la electricidad generada por paneles solares, los cuales son inagotables y no contaminan el medioambiente, al contrario, contribuyen al desarrollo sostenible, ya que no emite gases tóxicos ni pone en peligro a generaciones futuras”.
- ✓ Energía renovable: “Se refiere al uso de fuentes naturales que son capaces de reducir el impacto negativo en el medioambiente, entre las energías más comunes se encuentran la energía solar, eólica, hidroeléctrica o biomasa”.
- ✓ Energía radiante: “Es aquella energía que se produce por las ondas electromagnéticas, las cuales no requieren de un soporte especial para funcionar adecuadamente, por ejemplo, los rayos ultravioletas del sol”.
- ✓ Tarifas: “Es el precio que debe pagar un individuo o empresa para acceder a un servicio eléctrico, es facturada de forma mensual y depende netamente del nivel de consumo que se le dé”.
- ✓ Corriente alterna: “Es entendida como un flujo de electrones que producen corriente o descargas para que un aparato o herramienta pueda funcionar

adecuadamente, esto no se da en una misma dirección, es decir, alterna en una y otra”.

## **2.4. Hipótesis e investigación**

### **2.4.1. Hipótesis general**

- Se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **2.4.2. Hipótesis específicas**

- Se logró seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Se logró seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Se logró determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

## **2.5. Operacionalización de las variables**

“Las variables de investigación se presentan a continuación”:

- **Variable 1:** Sistema fotovoltaico
- **Variable 2:** Laboratorio de simulación electrónica

### 2.5.1. Matriz de Operacionalización de variables

Cuadro 1.

“Matriz de Operacionalización de variables”

“VARIABLE”	“DEFINICIÓN CONCEPTUAL”	“DEFINICIÓN OPERACIONAL”	“DIMENSIONES”	“INDICADORES”	“INSTRUMENTO”
Sistema fotovoltaico	“La variable Sistema fotovoltaico se refiere a un conjunto de componentes que convierten la energía solar en electricidad. Se utiliza para generar electricidad a partir de la radiación solar”.	Se selecciona los <b>paneles solares</b> luego de determina la <b>capacidad de nominal</b> y se coloca en la <b>ubicación geográfica</b> más óptima.	X.1. Paneles solares	X.1.1. Potencia nominal (Wp). X.1.2. Eficiencia, medida en porcentaje.	Ficha para registrar información sobre la variables independiente y dependiente
			X.2. Baterías de almacenamiento	X.2.1. Medida en vatios pico (Wp). X.2.2. Eficiencia, medida en porcentaje (%).	
			X.3. Estructura de montaje	X.3.1. Soporte físico que sostiene los paneles solares. X.3.2. Soporte físico que posiciona los paneles solares.	
Laboratorio de simulación electrónica	Es un entorno físico que se utiliza para llevar a cabo experimentos y análisis relacionados con sistemas electrónicos y circuitos mediante el uso de simulaciones por computadora.	El laboratorio debe contar con un <b>equipamiento tecnológico</b> , ubicado en una <b>infraestructura física</b> adecuada y contar con un <b>personal con experiencia</b> en la especialidad.	Y.1. Equipamiento tecnológico	Y.1.1. Computadoras de alto rendimiento Y.1.2. Módulos de simulación electrónica	
			Y.2. Infraestructura física:	Y.2.1. Dimensiones físicas del laboratorio Y.2.2. Disposición de estaciones de trabajo	
			Y.3. Personal con experiencia	Y.3.1. Personal docente de la especialidad Y.3.2. Practicantes de laboratorio	

Nota: Elaboración propia

# **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA**

## **3.1 Diseño metodológico**

### **3.1.1 Tipo de investigación**

“La presente investigación, pertenece al tipo de investigación aplicada. La investigación aplicada se centra en la resolución de problemas prácticos o la generación de conocimientos con aplicaciones directas y utilidad inmediata” (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 183).

### **3.1.2 Nivel de Investigación**

Hernández, Fernández y Baptista (2014) La investigación correlacional es un tipo de estudio en el campo de la investigación científica que se centra en examinar la relación entre dos o más variables. En lugar de buscar causas y efectos directos, como en los diseños experimentales, la investigación correlacional se concentra en determinar si existe una relación estadística entre las variables y en medir la fuerza y la dirección de esta relación.

### **3.1.3 Diseño**

La investigación presenta un diseño no experimental. Se puede decir que “Un diseño no experimental es un enfoque de investigación que involucra la observación y recopilación de datos sin manipular deliberadamente las variables independientes. Se utiliza para estudiar fenómenos tal como ocurren

naturalmente en lugar de crear condiciones controladas.” (Hernández, et al., 2014, p. 100).

#### **3.1.4 Enfoque**

Este trabajo de investigación tendrá un enfoque cuantitativo. El enfoque cuantitativo en “el diseño de un sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica” implica una meticulosa recolección de datos numéricos. Esto incluye la medición precisa de “la energía generada por los paneles solares” en diversas condiciones lumínicas, así como el análisis cuantitativo de la “eficiencia del sistema fotovoltaico” en relación con la demanda energética del laboratorio (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2014, p. 99).

### **3.2 Población y muestra**

#### **3.2.1 Población**

Sistemas de energía renovables que permiten suministrar a un laboratorio en una universidad.

#### **3.2.2 Muestra**

Sistema fotovoltaico para suministrar al laboratorio de electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **3.3 Técnica para la recolección de datos**

**Análisis de energía:** Uso de simuladores para el análisis de la producción de energía eléctrica.

**Elaboración de cuadros y gráficos estadísticos:** “Aplicando las herramientas del software que relación bivariado se obtendrán los resultados mediante gráficas y cuadros estadísticos”.

**Análisis e interpretación de datos:** “De los resultados obtenidos se realiza el análisis e interpretación acorde a las hipótesis planteadas”.

# **CAPÍTULO IV: RESULTADOS**

#### 4.1 Análisis de resultados

Para poder realizar el sistema de fotovoltaico en el laboratorio de electrónica primero debemos conocer “la cantidad de energía que se puede obtener” en la localidad de huacho, para ellos usaremos los datos obtenidos por Velásquez (2019) quien determino que la cantidad de potencia promedio diaria es de 0.643KWh/m<sup>2</sup>.

Según Velásquez la potencia tomada fue durante 12 horas, de 6 am a 6 pm, obteniendo un total de 7.716 KW por día.

Luego se analizamos “la cantidad de energía que se necesita” para suministrar al laboratorio. El horario de uso de laboratorio es de 8:00 am a 2:00 pm, de 2:30 pm a 5:30 pm y de 6:00pm a 9:00pm.

*Tabla 1.* Consumo de los equipos del laboratorio de electrónica

<b>Equipos</b>	<b>Consumo</b>	<b>Cantidad de horas</b>	<b>Cantidad total de consumo</b>
CPU	150 Wh	12	1800 Wh
Pantalla LCD	90 Wh	12	1080 Wh
Teclado	0.3 Wh	12	3,6 Wh
Mouse	0.3 Wh	12	3,6 Wh
<b>Total</b>	<b>240.6 Wh</b>		<b>2,887.2 Wh</b>

Después de este análisis se puede concluir que la capacidad de la potencia solar en la ciudad de Huacho es suficiente para suministrar al laboratorio de “Ingeniería Electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

## **Diseño del sistema fotovoltaico**

Primero debemos determinar la potencia del generador fotovoltaico para un valor de: 2,887.2 Wh

$$Potencia\ del\ generador\ (kWp) = \frac{E_{elec}}{HSP * PR}$$

El factor global de funcionamiento es igual a PR=0.6

$$Potencia\ del\ generador\ (kWp) = \frac{2,887.2}{7.716 * 0.6} = 0.623kWp$$

## **Características Panel Solar Flexible 150W 12V**

“El Panel Solar Flexible 150W 12V de MUST es un dispositivo que, al igual que los paneles solares convencionales, transforma la energía solar en electricidad. Sin embargo, se basan en otro tipo de tecnología y poseen diferentes aplicaciones” (Autosolar). A continuación, explicaremos algunas de sus principales características:

→ Flexibilidad: “Su principal atributo es que se pueden doblar hasta un máximo de curvatura de 30 grados sin romperse. Esto porque están compuestos por células fotovoltaicas más finas, a comparación de los módulos solares convencionales, lo que les permite doblarse con facilidad sin generar microrroturas”.

→ Buen rendimiento: “Si bien no son altamente recomendables para satisfacer las necesidades de una vivienda, sí lo son para otro tipo de instalaciones. Debido a su naturaleza portátil, son una opción interesante para embarcaciones, furgonetas, autocaravanas u otro tipo de lugares que sean similares”.

→ Versatilidad: “Los módulos solares flexibles tienen múltiples aplicaciones. Al caracterizarse por tener dimensiones mínimas, se adaptan a instalaciones portátiles sin problema alguno. El uso de este tipo de módulos fotovoltaicos es útil para caravanas, furgonetas y embarcaciones, puesto que por su frágil peso, no supone una carga adicional”.

→ Sencilla movilidad: “Por su estructura delgada y sencilla, son fáciles de transportar. En general, este tipo de módulos solares pesan menos que los rígidos. Inclusive, suelen tener un peso inferior a 5 Kg, pero hay excepciones en las que esta cifra podría variar. En este caso, el peso de los Paneles Solares Flexibles 150W 12V es de 1.8 Kg. Esta característica permite que su montaje sea igual de práctico y que a nivel estético no genere complicaciones”.

**PRODUCT SPECIFICATION**

Type Of Module	SM-FLEXIBLE-150W
Maximum Power (W)	150
Tolerance (%)	± 3%
Open Circuit Voltage (V)	20.74
Short Circuit Current (A)	9.22
Maximum Power Voltage (V)	17.00
Maximum Power Current (A)	8.82
Module Efficiency (%) )	49.60
Series Fuse Rating (A)	10A
Terminal Box	IP65
Maximum system voltage (V)	DC1000
Operating Temperature(°C)	-40°C -85°C
Dimension	1325*670*2.5MM
Weight	1.9KG/PCS
Packing	1 pcs in one carton

**Figura 4.** Especificaciones del Panel Solar Flexible 150W 12V de MUST

### Determinar el número de paneles

$$\text{Número de paneles (Nm)} = \frac{0.623k}{150} = 4.15 \approx 5$$

Se aproxima a 5 para tener una cantidad exacta de paneles que logren obtener la potencia requerida. Por lo tanto, se necesitan 5 paneles de 12V y 150W

Determinar la capacidad del banco de baterías

$$CT = (ND \times Eelec) / (PD \max \times VT)$$

Donde:

**CT** = “Capacidad mínima del banco de baterías, expresada en Ah.

**ND** = Número de días de autonomía: 2.

**Eelec** = Energía eléctrica total media diaria (Wh/día).

**PD max** = Profundidad máxima de descarga: 0,7

**VT** = Tensión de trabajo del sistema fotovoltaico” (48 V).

$$CT = (2 \times 2,887.2) / (0,70 \times 12)$$

$$CT = 687.42 \text{ Ah}$$

Se empleará la batería RITAR 12V 200AH para almacenar la energía obtenida por los paneles solares.



**Figura 5.** Batería RITAR 12V 200AH

***Nbaterias en serie = Vtension de trabajo / VTension de la bateria***

$$***Nbaterias en serie = 12V / 12V***$$

$$***Nbaterias en serie = 1***$$

***Nramas de baterias paralelo = Cbanco / Cde la bateria seleccionada***

$$***Nramas de baterias paralelo = 687.42 / 200***$$

$$***Nramas de baterias paralelo = 3.4371***$$

Aproximando serían igual a 4 baterías en paralelo

**Finalmente, se usarán 4 baterías en paralelo**

**Para el dimensionamiento del Controlador:** “La corriente eléctrica mínima del regulador dado por la ecuación siguiente”:

$$***Iminimo del regular = 1,25 \times I_{Cortocircuito del panel} \times N_{Pmf}***$$

$$***Iminimo del regular = 1,25 \times 9,22 \times 5 = 57,625A***$$

Con los datos obtenidos se puede seleccionar el controlador, para este caso será un dispositivo Marca: Peptel

- Modelo: PE-12/24/48V
- Corriente máxima de salida: 60 A
- Con voltaje de salida regulable: Sí



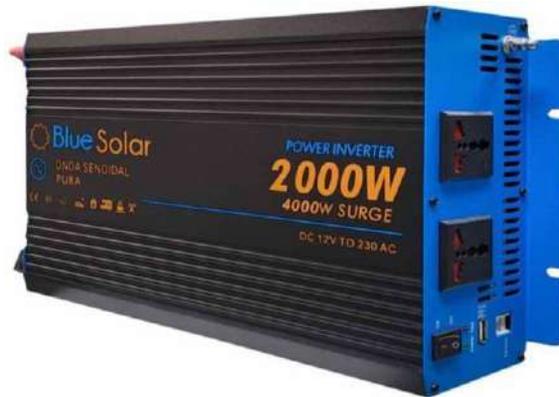
**Figura 6.** Controlador de carga solar Peptel

Calculando el número de reguladores que se necesitan para el proceso de almacenamiento.

$$N_{\text{reguladores}} = I_{\text{mínimo del regulador}} / I_{\text{regulador seleccionado}}$$

$$N_{\text{reguladores}} = 57,625 / 60 = 0,96 \approx 1$$

El siguiente paso es seleccionar el inversor que para nuestro caso será el Blue Solar 12V y 2000W.



**Figura 7.** Inversor 12V 2000W BlueSolar

**Cantidad de CO2 que se dejara de emitir al cambiar el tipo de suministro de energía.**

“1 kWh de electricidad es equivalente a 0,547 kg de CO2 Si se ejecuta el proyecto entonces considerando el consumo de energía se dejará de emitir al medio ambiente”:

$$Energia\ electrica\ anual = Energia\ promedio\ diaria \times (\# \text{ dias utiles})$$

$$Energia\ electrica\ anual = 2,887.2(\text{Wh/dia}) \times 160(\text{dia}) = 461.95 \text{ Kw. h}$$

$$CO2\ anual = (0,547\text{kg Kw. h}) \times (461.95) = 252.68 \text{ kg}$$

“Ahora considerando que la vida útil del sistema fotovoltaico es de 20 años entonces el total de kilogramos de CO2 es de”:

$$CO2\ Total = CO2\ anual \times 20$$

$$CO2\ Total = 252.68 \times 20$$

$$CO2\ Total = 252.68 \times 20 \text{ kg} = 5053.6 \text{ kg}$$

## Estructura para paneles solares.

Una estructura para paneles solares es un sistema diseñado para sostener y asegurar los paneles solares en su lugar, ya sea en techos, suelos o cualquier otra área de instalación. Estas estructuras están compuestas por materiales resistentes y duraderos, como aluminio o acero galvanizado, y están diseñadas para resistir condiciones climáticas diversas. Las estructuras para paneles solares deben ser capaces de soportar el peso de los paneles, así como resistir vientos, lluvias y otras condiciones climáticas extremas. Además, su diseño debe permitir la inclinación adecuada de los paneles solares para maximizar la captación de energía solar, optimizando así su eficiencia. En base a los cálculos realizados se seleccionó el soporte L FEET de la marca ALCAT STRUCTURES.

Ficha técnica:  
L feet



### Especificaciones

**Materiales:** aluminio anodizado 6005 T5  
Acero inoxidable 304

**Velocidad del viento:** hasta 45 m/s

**Carga de nieve:** hasta 50 cm

### Accesorios

Cantidad/ paneles	 L feet	 Rail	 Empolme de rai	 Abrazadera intermedia	 Abrazadera final
1 panel	4	2	-	-	4
2 paneles	6	4	2	2	4
3 paneles	8	6	4	4	4
4 paneles	8	8	6	6	4
5 paneles	10	10	8	8	4
6 paneles	12	12	10	10	4

**Figura 8.** Soporte de paneles L feet

Tabla 2.

Propuesto de presupuesto para el “sistema fotovoltaico”

<b>Materiales</b>	<b>Costo/unitario (S/.)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo (S/.)</b>
Panel Solar Flexible 150W 12V de MUST	606.00	5	3030.00
Batería RITAR 12V 200AH	501.50	4	2,006.00
Controlador de carga solar Peptel	150.00	1	150.00
Inversor 12V 2000W BlueSolar	775.00	1	775.00
Estructuras para los paneles	550.00	5	2750.00
Accesorios	350.00	1	350.00
<b>Sub Total</b>			8926.00
Imprevistos (10% del subtotal)			892.6
<b>TOTAL: (S/.)</b>			9818.6

## 4.2 Contrastación de hipótesis

### Hipótesis General

Hipótesis Alternativa: Se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

Hipótesis nula: No se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el “laboratorio de

simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

**Análisis:** De acuerdo a los resultados obtenidos se puede concluir que sí se logró diseñar el sistema fotovoltaico para para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **Hipótesis específica 1**

Hipótesis Alternativa: Se logró seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la “Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.

Hipótesis nula: No se logró seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

**Análisis:** De acuerdo a los resultados obtenidos en base a los cálculos realizados para seleccionar los paneles solares, se obtuvo que se necesitaban 5 paneles con las especificaciones que se mostraron en la figura 4. Por lo tanto, se puede concluir que sí se logró seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **Hipótesis específica 2**

Hipótesis Alternativa: Se logró seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

Hipótesis nula: No se logró seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema

fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

**Análisis:** De acuerdo a los resultados obtenidos y en base a los cálculos realizados para seleccionar las baterías de almacenamiento, se obtuvo que se necesitaban 5 paneles con las especificaciones que se mostraron en la figura 5, Batería RITAR 12V 200AH. Por lo tanto, se puede concluir que sí se logró seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

### **Hipótesis específica 3**

Hipótesis Alternativa: Se logró seleccionar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

Hipótesis nula: No se logró seleccionar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

**Análisis:** Como se necesitan 5 paneles solares, se procedió a seleccionar el soporte L FEET de la marca ALCAT STRUCTURES tal como se aprecia en la figura 6. Por lo tanto, se puede concluir que sí se logró seleccionar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

# **CAPÍTULO V: DISCUSIÓN**

## 5.1 Discusión de los resultados

Con fundamento en los resultados obtenidos se puede manifestar que se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Así mismo se determinó que reducirá la contaminación ambiental, en ese sentido coincidimos con Morillo (2022) quien menciona que “la implementación de energías renovables, en este caso, la energía solar, en un entorno empresarial como el laboratorio de Schlumberger. Se espera que se destaquen los beneficios ambientales y económicos de este cambio hacia una fuente de energía más sostenible” (p. 22). De forma similar Quijije (2021) “es fundamental comprender los requisitos y características necesarios para diseñar un sistema fotovoltaico” (p. 15). Finalmente, Bravo y Gamarra (2016) afirma que “se calculó y diseñó el sistema fotovoltaico, incluyendo la selección del número y tipo de paneles solares, la configuración de reguladores de carga, el tipo y número de baterías, las características del inversor y la disposición topológica del sistema” (p. 15).

# **CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 6.1 Conclusiones

Podemos concluir:

- Se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Se logró seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Se logró diseñar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.
- Se logró determinar la ubicación geográfica del sistema fotovoltaico para el “laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión”.

## 6.2 Recomendaciones

- **Evaluación de Impacto y Beneficios:** Aparte del análisis técnico, destaca los beneficios que este sistema fotovoltaico puede aportar al laboratorio y a la universidad en general.
- **Plan de Implementación y Mantenimiento:** Desarrolla un plan claro y realista para la implementación del sistema fotovoltaico en el laboratorio. Esto podría abarcar los pasos específicos para la instalación, las pruebas necesarias, así como los procedimientos de mantenimiento preventivo y correctivo.
- **Capacitaciones:** Programar capacitaciones para el personal que manejará el sistema y cómo se gestionarán posibles fallas o situaciones de emergencia.
- **Propuestas para la Integración Curricular:** Considera la posibilidad de incluir propuestas para integrar este proyecto de energía solar en la formación académica de los estudiantes.

# **REFERENCIAS**

## 7.1 Referencias bibliográficas

- Armijos, K. I. y Cabrera, J. G. (2020). *Implementación de un sistema fotovoltaico de 600W para alimentación del laboratorio de metrología*. Tesis pregrado. Universidad Politécnica Salesiana. Guayaquil, Ecuador.
- Beltrán, A. M., Poveda, M. A. y Carvajal, D. M. (2018). *Estudio de prefactibilidad para la implementación del sistema de energización solar fotovoltaico para el laboratorio de ingeniería civil de la Universidad Cooperativa de Colombia, Sede Villavicencio*. Tesis pregrado. Universidad Cooperativa de Colombia. Villavicencio, Colombia.
- Coloma, E. C. y Sislema, F. J. (2017). *Diseño e implementación de un sistema de energía solar En el laboratorio de energía renovable de la Universidad Técnica de Cotopaxi, para el estudio de los regímenes de Captación y almacenamiento de energía renovable*. Tesis pregrado. Universidad Técnica de Cotopaxi. Latacunga, Ecuador.
- Green, A., White, B., & Blue, C. (2020). Solar Panels: Harnessing the Sun's Energy. *Renewable Energy Journal*, 25(3), 123-136.
- Hernández, R., Fernández, C y Baptista, P. (2014) *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill España
- MINEM. (2021). *Informe sobre el desarrollo de la energía solar en el Perú*. Ministerio de Energía y Minas del Perú.
- Morillo, Y. Z. (2022). *Diseño de un microsistema fotovoltaico aislado móvil para un laboratorio de pruebas para la industria petrolera*. Tesis pregrado. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

- Ñaupas-Paitán, H., Mejía-Mejía, E., Novoa-Ramírez, E., & Villagomez-Páucar, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (4th ed.). Bogotá, Colombia: Ediciones de la U.
- Pérez, J., & Rodríguez, M. (2019). Avances en la eficiencia de los paneles solares fotovoltaicos. *Energías Renovables*, 12(2), 45-56.
- Quijije, J. M. (2021). *Diseño de un sistema fotovoltaico para la alimentación del laboratorio de robótica de la carrera de ingeniería en computación y redes*. Tesis pregrado. Universidad Estatal del Sur de Manabí. Jipijapa, Ecuador.
- Smith, D., & Johnson, L. (2018). Solar Panels and Climate Change Mitigation: A Review of Current Research. *Environmental Science Review*, 15(1), 30-42.

## 7.2 Referencias electrónicas

- Bravo, V. Y. y Gamarra, D. J. (2016). *Diseño de un sistema fotovoltaico para satisfacer la demanda de energía de los laboratorios de ingeniería electrónica en la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*. Tesis pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/968>
- Escobedo, R. A. (2018). Implementación de un sistema fotovoltaico para un laboratorio de cómputo en el Colegio Nacional “Coloso y emblemático Jaén de Bracamoros – Jaén - Cajamarca”. Tesis pregrado. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú. Recuperado de <https://hdl.handle.net/20.500.12893/2980>
- Mamani, M. I. (2019). Diseño del sistema de energía solar fotovoltaico Para la iluminación de los laboratorios de Electricidad del pabellón “R” de la U.C.S.M.

Tesis pregrado. Universidad Católica de Santa María. Arequipa, Perú.

Recuperado de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/8600>

Siuce, E. F. (2022). *Ángulo de inclinación óptimo para incrementar la Potencia eléctrica de generación del panel solar Fotovoltaico de la Universidad Nacional del Centro del Perú*. Tesis pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Huancayo, Perú. Recuperado de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/8318>

# **ANEXOS**

**ANEXO N°1**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Matriz de Consistencia: “DISEÑO DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL LABORATORIO DE SIMULACIÓN ELECTRÓNICA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN”

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	VARIABLES	INSTRUMENTOS
<p><b>Problema general</b> ¿Cómo diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión?</p> <p><b>Problemas específicos</b> ¿Cómo seleccionar los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión?</p> <p>¿Cómo seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión?</p> <p>¿Cómo determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p><b>Objetivos específicos</b> Selección los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p>Seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p>Determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p>	<p><b>Justificación metodológica</b> La elección de utilizar un sistema fotovoltaico como suministro de alimentación en un laboratorio puede estar respaldada por varias razones y justificaciones, dependiendo de las necesidades específicas del laboratorio y las condiciones ambientales. Se presentar las razones para el diseño de un sistema fotovoltaico en el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la huella de carbono</li> <li>• Reducción de facturas</li> <li>• Autonomía</li> <li>• Energética de electricidad</li> <li>• Imagen y Prestigio Institucional</li> </ul>	<p><b>Hipótesis general</b> Se logró diseñar el sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p><b>Hipótesis específicas</b> Se logró selección los paneles solares del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p>Se logró seleccionar las baterías de almacenamiento del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p> <p>Se logró determinar la estructura de montaje del sistema fotovoltaico para el laboratorio de simulación electrónica en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión</p>	<p><b>Variable 1:</b> Sistema fotovoltaico</p> <p><b>Variable 2:</b> Laboratorio de simulación electrónica</p>	<p>Cuestionario de Likert para relacionar las variables independiente y dependiente.</p>