

Diseño de sistema fotovoltaico para el comercio Huascarán en el distrito de Yanama en Ancash

Autor:
Diego Roca

Perfil de Tesis presentada para la obtención del
título de Ingeniería Electrónica



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Perú, febrero 2025

Índice general

1. Planteamiento del Problema	2
1.1. Problema Principal	2
1.2. Problemas Específicos	2
2. Justificación	3
2.1. Justificación Metodológica	3
2.2. Justificación Teórica	3
2.3. Justificación Práctica	3
3. Marco Teórico	4
4. Antecedentes	6
4.1. Internacionales	6
4.2. Nacionales	7
5. Objetivos	8
5.1. Objetivo Principal	8
5.2. Objetivos específicos	8
6. Hipótesis	9
6.1. Hipótesis Principal	9
6.2. Hipótesis Específicas	9
7. Variables	10
7.1. Variables independientes	10
7.2. Variables dependientes	10
8. Materiales y Metodos	11
8.1. Equipos, Materiales y Servicios	11
8.2. Métodos	11
8.2.1. Diseño y alcance de la investigación	11
8.2.2. Población y Muestra	12
8.2.3. Técnicas o métodos a aplicar	12
9. Cronograma de actividades	13
10. Metas	14
11. Presupuesto	15

Capítulo 1

Planteamiento del Problema

En zonas alejadas con infraestructura eléctrica limitada, los cortes frecuentes de electricidad afectan directamente el desempeño y la sostenibilidad de las actividades comerciales. Este problema no solo interrumpe las operaciones diarias, sino que también genera pérdidas económicas y reduce la calidad de los servicios ofrecidos. La dependencia de fuentes de energía no renovables, como los generadores a base de combustible, implica costos elevados y contribuye al impacto ambiental negativo, lo que resalta la necesidad de buscar alternativas más eficientes y sostenibles.

El diseño de un sistema fotovoltaico surge como una solución viable y adaptada a las condiciones específicas de estas regiones. Este tipo de sistema aprovecha la energía solar, una fuente abundante y renovable, para suplir la demanda energética de los comercios y garantizar la continuidad de las operaciones. Sin embargo, para que este enfoque sea efectivo, es necesario un diseño que considere las particularidades del entorno, como el nivel de irradiación solar, los patrones de consumo eléctrico del comercio, y la viabilidad económica a largo plazo. Este trabajo se enfoca en abordar estos desafíos mediante la implementación de un sistema fotovoltaico optimizado para garantizar la autosuficiencia energética en condiciones adversas.

1.1. Problema Principal

¿Cómo diseñar un sistema fotovoltaico que permita garantizar la continuidad del suministro eléctrico en el comercio Huascarán y reducir la dependencia de fuentes no renovables?

1.2. Problemas Específicos

- ¿Cómo dimensionar el generador fotovoltaico para satisfacer las necesidades energéticas del comercio?
- ¿Cómo implementar un sistema de almacenamiento de energía que permita suplir la demanda eléctrica durante los cortes de electricidad o en horas de baja generación solar?
- ¿Cómo evaluar la viabilidad económica del sistema fotovoltaico, incluyendo costos de instalación, mantenimiento y el retorno de inversión esperado?

Capítulo 2

Justificación

Ante la problemática de los cortes frecuentes de energía eléctrica en el distrito de Yanama, el diseño e implementación de un sistema fotovoltaico aislado se justifica como una solución técnica y sostenible. Este sistema garantizará una fuente alternativa de alimentación eléctrica, evitando los paros operativos y asegurando la continuidad de las comunicaciones. De esta manera, se busca no solo mitigar las pérdidas económicas, sino también fortalecer la estabilidad operativa del comercio frente a las limitaciones del suministro energético convencional.

Además de solucionar los problemas mencionados, el sistema fotovoltaico aislado presenta la posibilidad de sustituir parcialmente el suministro eléctrico convencional durante ciertas jornadas de trabajo. Esto permitiría reducir significativamente los costos asociados al consumo de energía a largo plazo.

2.1. Justificación Metodológica

La metodología empleada en este trabajo se basa en análisis técnico, evaluación de la demanda energética y la selección de componentes óptimos, permitiendo desarrollar una solución eficiente, confiable y adaptada al contexto del comercio.

2.2. Justificación Teórica

El diseño de sistemas fotovoltaicos aislados se fundamenta en principios de conversión de energía solar, eficiencia energética y sostenibilidad. Este trabajo se basa en teorías de generación distribuida y almacenamiento energético, y busca contribuir al conocimiento práctico sobre cómo implementar soluciones autónomas en áreas donde el suministro eléctrico es inestable.

2.3. Justificación Práctica

El desarrollo del sistema fotovoltaico aislado para el comercio Huascarán tendrá un impacto directo en la continuidad de sus operaciones, reduciendo pérdidas económicas por cortes eléctricos. Asimismo, permitirá una reducción de costos operativos mediante el aprovechamiento de energía solar durante jornadas laborales específicas.

Capítulo 3

Marco Teórico

El marco tenorico necesario para abordar la investigación se basa en los siguientes conceptos

- **Energía y Radiación Solar**

La energía solar es una fuente renovable obtenida directamente del Sol mediante la captación de su radiación electromagnética. Esta radiación, compuesta por radiación directa, difusa y global, varía según factores como la latitud, la altitud y las condiciones climáticas de una región. En el caso del distrito donde opera el comercio Huascarán, la alta disponibilidad de radiación solar lo convierte en un lugar ideal para la implementación de sistemas fotovoltaicos, aprovechando al máximo esta fuente energética limpia y abundante.

- **Sistemas Fotovoltaicos Aislados**

Los sistemas fotovoltaicos aislados son soluciones energéticas diseñadas para operar de manera independiente a la red eléctrica convencional. En este caso el sistema actuará como una fuente alternativa cuando la red presente algún corte. Estos sistemas utilizan paneles solares para captar energía, que luego es almacenada en baterías para garantizar un suministro constante. Su implementación es especialmente útil en áreas donde el acceso a la red es inestable, como en el caso del comercio Huascarán, proporcionando una fuente confiable y autónoma de energía.

- **Almacenamiento de energía**

El almacenamiento de energía es una parte esencial de los sistemas fotovoltaicos aislados, ya que permite acumular la energía generada durante el día para su uso en horas nocturnas o en momentos de baja radiación solar. Actualmente la solución más extendida y más práctica son las baterías químicas, como las de plomo-ácido o litio-ion, debido a su capacidad de almacenar grandes cantidades de energía y su vida útil prolongada. En este proyecto, el correcto dimensionamiento y selección de las baterías garantiza un suministro continuo para las operaciones del comercio Huascarán.

- **Dimensionamiento**

El dimensionamiento de un sistema fotovoltaico aislado implica calcular la capacidad y cantidad de componentes necesarios para satisfacer las necesidades energéticas específicas del usuario. Este proceso incluye el análisis de

la demanda energética diaria, la estimación de la radiación solar disponible y la consideración de factores como pérdidas y eficiencia del sistema. Para el comercio Huascarán, el dimensionamiento asegura que el sistema diseñado sea capaz de soportar las cargas críticas durante las operaciones, incluso en condiciones adversas.

■ Cultura de mantenimiento de sistemas fotovoltaicos

La cultura de mantenimiento en sistemas fotovoltaicos se refiere a la adopción de prácticas regulares, preventivas y correctivas para asegurar el óptimo desempeño del sistema a lo largo de su vida útil. Este concepto no solo implica realizar intervenciones técnicas específicas, sino también fomentar una mentalidad proactiva en los poseedores del sistema, quienes deben entender la importancia de estas actividades para evitar fallos y maximizar la inversión realizada.

Capítulo 4

Antecedentes

4.1. Internacionales

- **Sistema Solar Fotovoltaico Aislado Para el Suministro de Energía Eléctrica a una vivienda Rural (Mestre Maestre, 2020)**

El proyecto plantea como solución el diseño e implementación de un sistema solar fotovoltaico aislado para abastecer de energía eléctrica a una vivienda rural en la zona de Patillal, Cesar, Colombia, caracterizada por su déficit energético y difícil acceso a la red eléctrica convencional. Se evalúan las necesidades energéticas de una vivienda típica, se seleccionan los componentes necesarios del sistema (paneles solares, regulador, inversor, baterías), y se realizan cálculos para dimensionar su capacidad. Concluye que este sistema es económicamente viable al recuperar la inversión en un tiempo razonable.

- **Diseño de un Sistema de Generación Fotovoltaico Residencial Autónomo para el Consumo Nivel 1 (Domínguez Vargas, 2024)**

Este trabajo describe el diseño de un sistema de generación fotovoltaico residencial autónomo, orientado a suplir las necesidades de consumo eléctrico de viviendas en áreas rurales de Ecuador, particularmente en San Juan de Ilumán. A partir de la estimación de demanda energética y condiciones locales de radiación solar, se dimensionaron los componentes necesarios: paneles solares, baterías, inversores, reguladores y conductores. El proyecto concluye que, debido a la alta radiación solar constante en Ecuador, esta tecnología es sostenible y eficaz, mejorando la calidad de vida y promoviendo el uso de energía limpia y renovable, a la vez que respalda el cuidado ambiental.

- **Diseño de un sistema aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo (Puco Buenaño, 2020)**

El documento aborda el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para abastecer de energía eléctrica a casas flotantes ubicadas en Babahoyo, Ecuador, en áreas de difícil acceso a la red eléctrica. Con un enfoque experimental, descriptivo y documental, el estudio evalúa la irradiancia local y los componentes requeridos, como paneles solares, baterías, inversores y controladores de carga. Se concluye que esta alternativa es viable, ya que mejora la calidad de vida de los residentes al proporcionar energía renovable y reduce la dependencia de combustibles fósiles, promoviendo la sostenibilidad ambiental.

4.2. Nacionales

- **Análisis Comparativo de Rendimientos Entre un Sistema Fotovoltaico con Seguidor Solar de Doble Eje y un Sistema Fotovoltaico de Montura Fija (Laureano Oré, 2023)**
- **Análisis Costo Beneficio Del Sistema Fotovoltaico Monofásico Conectado a la Red (Guevara Diaz, 2021)**
- **Diseño de un Sistema Fotovoltaico con Seguidor Solar para Sistema de Telecomunicación de las Subestaciones Sector Norte (Correa Cervantes & Siesquen Rivadeneira, 2022)**

Capítulo 5

Objetivos

5.1. Objetivo Principal

Diseñar un sistema fotovoltaico que permita garantizar la continuidad del suministro eléctrico en el comercio Huascarán y reducir la dependencia de fuentes no renovables

5.2. Objetivos específicos

- Dimensionar el generador fotovoltaico para satisfacer las necesidades energéticas del comercio
- Implementar un sistema de almacenamiento de energía que permita suplir la demanda eléctrica durante los cortes de electricidad o en horas de baja generación solar
- Evaluar la viabilidad económica del sistema fotovoltaico, incluyendo costos de instalación, mantenimiento y el retorno de inversión esperado

Capítulo 6

Hipótesis

6.1. Hipótesis Principal

El sistema fotovoltaico permite garantizar la continuidad del suministro eléctrico en el comercio Huascarán y reduce la dependencia de fuentes no renovables

6.2. Hipótesis Específicas

- El generador fotovoltaico satisface las necesidades energéticas del comercio
- El sistema de almacenamiento de energía permite suplir la demanda eléctrica durante los cortes de electricidad o en horas de baja generación solar
- Es viable económicamente el sistema fotovoltaico, incluyendo costos de instalación, mantenimiento y el retorno de inversión esperado

Capítulo 7

Variables

7.1. Variables independientes

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Reconocimiento de gestos del LSP	Rendimiento del sistema reconociendo gestos	Será medido a través de los resultados arrojados por el sistema	Precisión	Tasa de aciertos
				Matriz de confusión
			Eficiencia	Tiempo de respuesta

7.2. Variables dependientes

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Modelo entrenado y hardware	Implementación del modelo y hardware	Será medido a través de ...	Modelo	Entrenamiento
			Hardware	Implementación

Capítulo 8

Materiales y Metodos

8.1. Equipos, Materiales y Servicios

Para el desarrollo de esta investigación se empleará el siguiente equipo:

- Laptop con Procesador Core i3 con 8GB de RAM
- Pinza Amperimétrica
- Software Matlab
- Software PVsyst
- Software Helioscope

8.2. Métodos

8.2.1. Diseño y alcance de la investigación

La presente investigación será de tipo aplicada debido a que este proyecto tiene como objetivo desarrollar una solución concreta (el sistema fotovoltaico) para un problema real (los cortes eléctricos que afectan al comercio Huascarán).

Se plantea además un enfoque cuantitativo ya que el diseño del sistema requiere cálculos precisos, como el dimensionamiento de paneles, baterías e inversores, así como la estimación de costos y la evaluación del desempeño energético.

El alcance de esta investigación es describir las condiciones actuales del comercio (problemas energéticos) y las características del sistema propuesto, detallando componentes, funcionamiento y beneficios.

El proyecto no incluye pruebas ni cambios en el sistema eléctrico del comercio Huascarán. El análisis se realiza desde una perspectiva teórica por lo que es un trabajo no experimental.

8.2.2. Población y Muestra

Debido a la naturaleza de la investigación, no se define una población ni una muestra en el sentido convencional. Este trabajo se enfoca exclusivamente en el diseño de un sistema fotovoltaico aislado para el comercio Huascarán, el cual representa un caso particular con características específicas. Si bien los resultados pueden servir como referencia para situaciones similares, el estudio no busca generalizar a un conjunto mayor de establecimientos.

8.2.3. Técnicas o métodos a aplicar

- Reecolección de Información documental: Se recopilará y analizará información de fuentes como libros, artículos, normativas, manuales técnicos y bases de datos.
- Análisis de datos técnicos: Se evaluará los datos específicos, como el consumo energético del comercio, los niveles de radiación solar en la región y las especificaciones técnicas de los equipos disponibles.
- Cálculos de dimensionamiento: basado en fórmulas y estándares técnicos para determinar la capacidad y cantidad de paneles solares, baterías e inversores necesarios.
- Simulación Energética: Uso de herramientas o software para simular el comportamiento del sistema bajo diferentes condiciones.
- Análisis de Viabilidad Técnica y Económica: Evaluar los costos de instalación y operación y mantenimiento, comparándolos con los beneficios energéticos y económicos del sistema para determinar si el sistema es rentable para el comercio Huascarán.
- Revisión Normativa: Estudio de normativas y estándares nacionales o internacionales relacionados con sistemas fotovoltaicos aislados para asegurar que el diseño cumpla con las regulaciones vigentes, garantizando seguridad y funcionalidad.

Capítulo 9

Cronograma de actividades

El cronograma par el desarrollo de la investigación se presenta a continuación:

Table 9.1: Cronograma de la investigación

ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN	DURACIÓN (DIAS)
Desarrollo del marco teórico	2
Planteamiento metodológico	2
Ejecución de la investigación (sistematización de muestras, entrenamienti y validación)	10
Obtención y análisis de indicadores	4
Implementación del prototipo	2
Análisis de resultados	5
Integración de la versión final de la Tesis	4
DURACIÓN TOTAL	30

Capítulo 10

Metas

Las metas de la investigación se definirán en función a los procesos definidos en la metodología, los cuales se presentan a continuación:

Table 10.1: Metas de la investigación

ETAPA DE LA INVESTIGACIÓN	DURACIÓN (DIAS)
Desarrollo del marco teórico	Marco teórico, antecedentes y afines desarrollados.
Planteamiento metodológico	Metodología de la investigación, definición de variables e indicadores y su operacionalización
Ejecución de la investigación (sistematización de muestras, entrenamiento y validación)	Modelos entrenados integrados para la detección y reconocimiento de las placas de rodaje
Obtención y análisis de indicadores	Indicadores calculados a partir de los modelos entrenados para elección del mejor
Implementación del prototipo	Prototipo para el reconocimiento de placas empleando la tarjeta Raspberry Pi 4
Análisis de resultados	Análisis de resultados del prototipo
Integración de la versión final de la Tesis	Documento de Tesis finalizado
DURACIÓN TOTAL	30

Capítulo 11

Presupuesto

Se estima un presupuesto de 1500 soles cuyos itmes se detallan en la siguiente tabla

Table 11.1: Presupuesto de la investigación

ITEM	COSTO
Paneles Solares	120
Baterías	80
Sistema de Regulación	30
Sistema de Adaptación	700
Cableado	100
Accesoriosnn	60
TOTAL	1090

Bibliografía

- Correa Cervantes, J. A., & Siesquen Rivadeneira, J. Y. (2022). Diseño de un Sistema Fotovoltaico con Seguidor Solar para Sistema de Telecomunicación de las Subestaciones Sector Norte. *Universidad Cesar Vallejo*.
- Domiguez Vargas, M. C. (2024). Diseño de un Sistema de Generación Fotovoltaico Residencial Autónomo para el Consumo Nivel 1. *Escuela Politécnica Nacional de Ecuador*.
- Guevara Diaz, R. (2021). Análisis Costo Beneficio Del Sistema Fotovoltaico Monofásico Conectado a la Red. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas*.
- Laureano Oré, C. B. (2023). Análisis Comparativo de Rendimientos Entre un Sistema Fotovoltaico con Seguidor Solar de Doble Eje y un Sistema Fotovoltaico de Montura Fija. *Universidad Tecnológica del Perú*.
- Mestre Maestre, Y. A. (2020). Sistema Solar Fotovoltaico Aislado Para el Suministro de Energía Eléctrica a una vivienda Rural. *Universidad Antonio Nariño*.
- Puco Buenaño, M. A. (2020). Diseño de un sistema aislado para el uso en casas flotantes en la ciudad de Babahoyo. *Universidad Católica de Santiago de Guayaquil*.