

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Comparación de alternativas de producción de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), Huánuco, 2024”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
AMBIENTAL**

AUTOR: Llana Espinoza, Joseph Anthony

ASESOR: Zacarías Ventura, Héctor Raúl

**HUÁNUCO – PERÚ
2025**



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

U

D

H

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Meteorología, hidrología y climatología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76569165

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22515329

Grado/Título: Doctor en ciencias de la educación

Código ORCID: 0000-0002-7210-5675

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: Salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: Gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Córdova Antaurco, Miller Harvin	Maestro en ingeniería de sistemas e informática con mención en gerencia de sistemas y tecnologías	44114162	0009-0006-9014-7437



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:30 horas del día 10 del mes de julio del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Miller Harvín Córdova Antaurco (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1277-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA USANDO SISTEMAS DE ENERGÍAS LIMPIAS (PANELES FOTOVOLTAICOS Y AEROGENERADOR TIPO TURBINA), HUÁNUCO, 2024"**, presentado por el (la) Bach. **LLANA ESPINOZA, JOSEPH ANTHONY**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas; procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **PROBADO** Por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **14** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47)

Siendo las **16:30** horas del día **10** del mes de **JULIO** del año **2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente

Mg. Milton Edwin Morales Aquino
DNI: 44342697
ORCID: 0000-0002-2250-3288
Secretario

Mg. Miller Harvín Córdova Antaurco
DNI: 44114162
ORCID: 0009-0006-9014-7437
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JOSEPH ANTHONY LLANA ESPINOZA, de la investigación titulada "Comparación de alternativas de producción de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), Huánuco, 2024", con asesor(a) HECTOR RAUL ZACARIAS VENTURA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1869-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 22 de mayo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

151. JOSEPH ANTHONY LLANA ESPINOZA.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	7%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	www.slideshare.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ecci.edu.co Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

A Dios, por acompañarme en cada momento de esta travesía llamada, vida. A mis padres, por la paciencia, el soporte y los miles y miles de consejos brindados, gracias por estar siempre a mi lado.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero expresar mi agradecimiento a mis padres, quienes siempre me han dado su apoyo incondicional para alcanzar mis metas tanto personales como académicas. Gracias a su cariño, siempre me han motivado a seguir adelante con mis objetivos, sin rendirme ante las dificultades.

A lo largo de mi trayectoria universitaria, he contado con la guía de muchos docentes, a quienes quiero agradecer por brindarme los conocimientos esenciales que me han permitido llegar hasta aquí. Sin su enseñanza, los conceptos no serían más que palabras vacías.

Finalmente, quiero agradecer a la universidad que me ha desafiado constantemente, pero que también me ha brindado la oportunidad de alcanzar mi tan deseado título. Aprecio el esfuerzo de cada directivo por su trabajo y gestión, ya que sin ellos no existirían las bases ni las condiciones necesarias para este logro.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
INDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
RESUMEN	VIII
ABSTRACT	IX
INTRODUCCIÓN	X
CAPÍTULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	13
1.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO.....	13
1.3. OBJETIVOS	13
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	13
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
CAPÍTULO II	17
MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	21
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1 ENERGÍAS LIMPIAS.....	22
2.2.2 ENERGÍA SOLAR.....	23

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	28
2.4. HIPÓTESIS	30
2.5. VARIABLES.....	30
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	31
CAPÍTULO III	32
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.1.2. ALCANCE O NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.1.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	32
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	33
3.2.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO	33
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	33
3.3.2. PROTOCOLO DE TRABAJO.....	33
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	36
3.4.1. TÉCNICAS PARA PRESENTACIÓN DE LOS DATOS.....	36
CAPÍTULO IV.....	37
RESULTADOS.....	37
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	37
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	41
CAPÍTULO V.....	43
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	43
CONCLUSIONES	46
RECOMENDACIONES.....	47
REFERENCIAS	48
ANEXOS.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalizacion de variables	31
Tabla 2 Ubicación del area de estudio	33
Tabla 3 Método de t student para muestras independientes	36
Tabla 4 Velocidad del viento (m/s).....	37
Tabla 5 Humedad durante la producción de energéa eléctrica.....	38
Tabla 6 Temperatura durante la producción de energia eléctrica	39
Tabla 7 Cantidad de energía eléctrica (expresada en voltaje)	40
Tabla 8 Prueba de normalidad	41
Tabla 9 Prueba de hipótesis con la t de student para muestras independientes.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen de flujograma de panel fotovoltaico	23
Figura 2 Paneles fotovoltaicos	25
Figura 3 Imagen de funcionamiento de inversor	25
Figura 4 Regulador de carga	26
Figura 5 Imagen de baterías	27
Figura 6 Energía eólica	28
Figura 7 Aerogenerador tipo turbina	29
Figura 8 Prototipo de panel solar con material reflectante adecuado.	34
Figura 9 Prototipo de aerogenerador tipo turbina	35
Figura 10 Velocidad del viento	37
Figura 11 Humedad durante la producción de energía eléctrica	38
Figura 12 Temperatura durante la producción de energía eléctrica	39
Figura 13 Cantidad de energía eléctrica	40

RESUMEN

El presente estudio, titulado: “Comparación de alternativas de producción de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), Huánuco, 2024”, tuvo como objetivo comparar los sistemas de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), en la producción de energía eléctrica, Huánuco, 2024. La metodología empleada considera que el estudio es de nivel Aplicado, con enfoque Cuantitativo, con diseño experimental. La población de estudio, ubicado en el Pje. Madre mía (Manzana “C”- lote 3), del Asentamiento humano José Carlos Mariátegui, distrito de Huánuco, provincia y departamento de Huánuco.

La muestra consideró un punto de muestreo con 16 repeticiones, se instaló el panel solar con espejos retro reflectantes y el aerogenerador artesanal de manera contigua, uno al lado del otro, ambos equipos con una potencia de 10 amperios. El resultado mediante el estadístico de prueba de hipótesis “t” de Student para muestras independientes y un valor de p-valor obtenido de 0.00(Sig. Bilateral), indica una producción de energía eléctrica promedio de 2.3063 voltios por parte del panel solar y el aerogenerador produjo en promedio 0.2188 voltios, durante el mismo lapso de tiempo (12 horas al día) y la misma ubicación, Esta investigación concluye de manera que el panel solar produce una mayor cantidad de energía eléctrica, expresada en voltios, que el aerogenerador, en las mismas condiciones, en la ubicación estudiada, con una altitud de 1958 msnm, humedad promedio de 75.56%, temperatura promedio de 12.29 °C y una velocidad del viento promedio de 5.08 m/s, se produce una mayor cantidad de energía, expresada en voltios, que con el aerogenerador, bajo las mismas condiciones.

Palabras clave: Producción de energía, aerogenerador, panel solar, voltaje, viento

ABSTRACT

The present study, titled: "Comparison of alternatives for the production of electrical energy using clean energy systems (photovoltaic panels and turbine-type wind turbine), Huánuco, 2024" had the objective of comparing clean energy systems (photovoltaic panels and turbine-type wind turbine). , in the production of electrical energy, Huánuco, 2024. The methodology used considers that the study is of Applied level, with a quantitative approach, with design experimental. The study population has been located in the Santa Rosa Alta Population Center, Province and Department of Huánuco. The sample showed a sampling point with 16 repetitions. The solar panel and the wind turbine were installed in the space, adjacent to each other. Both devices were based on a power of 10 amps. The result obtained was that a greater production of electrical energy was obtained, expressed in voltage, when the solar panel was used, an average of 2.3063 volts was produced in a time of 12 hours. On the other hand, with the wind turbine, on average 0.2188 volts were produced, during the same period of time and the same location. The conclusion is that, with the solar panel, in the location studied, they have an altitude of 1958 meters above sea level, with an average humidity of 75.56%, with an average temperature of 12.29 °C and an average wind speed of 5.08 m/s , produces a greater amount of energy, expressed in volts, than the wind turbine, under the same conditions.

Keywords: Energy production, wind turbine, solar panel, voltage, wind.

INTRODUCCIÓN

La creciente demanda energética a nivel nacional, impulsada por el continuo aumento de la población, se encuentra intrínsecamente ligada al uso predominante de energías convencionales. Esta dependencia no solo agota recursos finitos, sino que también contribuye de manera significativa al cambio climático a través del incremento del efecto invernadero, cuyo principal motor es la quema de combustibles fósiles como el petróleo y el carbón. A pesar de la disponibilidad de tecnologías alternativas para la producción de energía, existe un desconocimiento generalizado sobre su potencial y rendimiento en el contexto específico de diversas regiones del país.

Ante este panorama, la presente investigación, titulada “COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA USANDO SISTEMAS DE ENERGIAS LIMPIAS (PANELES FOTOVOLTAICOS Y AEROGENERADOR TIPO TURBINA)”, surge como una respuesta a la necesidad de explorar y evaluar la viabilidad de fuentes de energía renovable en el ámbito local.

La justificación de esta investigación radica en la urgencia de transitar hacia modelos energéticos más sostenibles. En este contexto, el desarrollo y la implementación de recursos energéticos sostenibles, como la energía solar y eólica, se presentan como alternativas cruciales para mitigar el impacto ambiental y garantizar un suministro energético a largo plazo. Desde una perspectiva teórica, este estudio contribuye al conocimiento sobre el potencial de las energías renovables para la generación de electricidad.

El objetivo general de la presente investigación es comparar los sistemas de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina) en la producción de energía eléctrica en la ciudad de Huánuco durante el año 2024. Para lograr este objetivo, se llevó a cabo una experimentación que involucró la implementación y el monitoreo de un aerogenerador artesanal y un sistema de panel solar con infraestructura retro reflectante.

En cuanto a los resultados relevantes obtenidos de manera cualitativa, la comparación directa de la producción de energía eléctrica entre ambos sistemas reveló una diferencia significativa a favor del panel solar.

Al analizar los datos recopilados durante el periodo de estudio, se observó consistentemente una mayor generación de voltaje por parte del sistema fotovoltaico en comparación con el aerogenerador. Esta observación inicial sugiere que, bajo las condiciones climáticas predominantes en la ciudad de Huánuco durante el periodo de la investigación, la tecnología fotovoltaica, potenciada por la estrategia de retro reflexión, presenta un rendimiento superior en términos de producción de energía eléctrica en comparación con el aerogenerador de las características implementadas en este estudio. Estos hallazgos preliminares resaltan la importancia de considerar las particularidades del entorno geográfico y las condiciones climáticas al seleccionar la tecnología de energía limpia más adecuada para una región específica

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El incremento poblacional a nivel global se desarrolla a gran velocidad, y por supuesto, sujeto a componentes tales como las energías de uso convencional como, el gas, petróleo, carbón, etc. Recordando también uno de los problemas mayores que atraviesa actualmente el planeta Tierra, el cambio climático, principalmente originado por el efecto invernadero, quien a su vez es originado por el quemado de diversos combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo. El uso desmedido de combustibles fósiles por parte de los seres humanos es la causa directa de estos impactos. (Garzón, 2010). La situación ha ido empeorando a través de los años, producto de lo cual en la actualidad hay la presencia de alteraciones en el clima, tales como las altas y bajas temperaturas, las sequías y lluvias; lo cual afecta a todo el que habite en el planeta (Falcon, 2016).

Todos los días se reportan niveles de mayor criticidad de contaminación ambiental, principalmente debido a la generación de energía a partir de energías fósiles, los cuales producen elevadas cantidades de CO₂, y a su vez disminuyen la calidad del aire que respiramos, causando un daño irremediable en la capa de ozono. Siendo un incentivo para la búsqueda de nuevas fuentes de energía y sistemas de producción eléctrica, principalmente en el uso de energías renovables (Reyes, 2019).

El crecimiento poblacional y la adopción de nuevas tecnologías han impulsado un aumento en la demanda de energía eléctrica, lo que ha resultado en mayores emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), acelerando el cambio climático y afectando la economía de la gente (Cieza, 2017).

Se ha empezado a brindar impulso al uso de energías no convencionales, debido a que la economía crece utilizando diferentes tipos de energía, tales como la energía solar, micro hidro generación y solar, haciendo posible que la matriz energética pueda ser diversificada.

Este estudio será realizado con el fin de reducir el empleo de energías tradicionales, por ende, aportar a disminuir el aumento económico del servicio energético y los gases de efecto invernadero para lo que se plantea opciones de producción de energía eléctrica haciendo uso de sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), en la ciudad de Huánuco.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1.PROBLEMA GENERAL

¿Qué sistema de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), produce mayor cantidad de energía eléctrica, Huánuco, 2024?

1.2.2.PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es la velocidad del viento durante la producción de energía eléctrica mediante el aerogenerador tipo turbina en la zona de estudio?

¿Cuál es la humedad durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio?

¿Cuál es la temperatura durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio?

¿Cuánto de energía eléctrica se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos y mediante el aerogenerador tipo turbina?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1.Objetivo general

Comparar los sistemas de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), en la producción de energía eléctrica, Huánuco, 2024.

1.3.2.Objetivos específicos

Describir la velocidad del viento durante la producción de

energía eléctrica mediante el aerogenerador en la zona de estudio

Describir es la humedad durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio

Describir la temperatura durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio

Medir la cantidad de energía eléctrica que se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos y mediante el aerogenerador tipo turbina

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El calentamiento global es una de las mayores dificultades por las que pasa la Tierra, consecuencia de la usanza inadecuada o mal usanza de la energía, lo cual ha afectado gravemente al medio ambiente, siendo la principal causa de este daño, el efecto invernadero, que se produce por la quema de combustibles fósiles como lo son: el carbón y el petróleo, lo que produce la emisión de gases tóxicos afectando al ambiente, específicamente alterando las capas atmosféricas. Como autores principales de estos deterioros es el mismo ser humano, quien debido a la comodidad de las mejoras tecnológicas y al desperdicio de energía, no son conscientes del perjuicio que le provoca al planeta (Garzon, 2010).

El desarrollo de recursos energéticos sostenibles es uno de los desafíos más indispensables para el ser humano, dado que la demanda de energía cada vez va aumentando por lo que se ve envuelta en un conflicto con los combustibles fósiles medidos del planeta. Se tiene en consideración la energía eólica y la solar, como una de muchas fuentes de energía sostenible, debido a sus extensas maneras de aplicarlas porque no se gastan, tienen mayor variedad, al igual que mayor capacidad y lo más importante, respeta el medio ambiente. Esto es uno de los retos, el poder usarla de manera eficaz y conveniente (Barrera, Muñoz, & Ramirez, 2022).

Desde el punto vista teórico, es fundamental aprovechar las fuentes de energía solar y eólica para la generación de electricidad, ya que estas son

alternativas que contribuyen significativamente para proteger el medio ambiente.

Desde el punto de vista práctico, la importancia del presente estudio radica en identificar las alternativas de energía solar o eólica que puedan contribuir eficazmente a la generación de electricidad.

Desde el punto vista aplicativo, el uso de la energía solar y eólica para la generación de electricidad será muy beneficioso para disminuir los costos asociados al consumo de energía eléctrica.

Desde el punto de vista metodológica: La investigación titulada “Comparación de alternativas de producción de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), Huánuco, 2024”, representará una valiosa contribución para la población en general de Huánuco como para futuras investigaciones en este ámbito.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Algunos obstáculos que se presentaron en el desarrollo de la investigación:

- Escasa información y/o investigaciones a nivel local.
- Escaso recurso humano con conocimientos especializados en el aprovechamiento de energía eólica y solar para la generación de electricidad.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Considerando el medio ambiente, este estudio fue factible debido al uso de energías limpias, contribuyentes al medio ambiente, con el objeto de reducir el calentamiento global.

En el ámbito social, la factibilidad de esta investigación, ya que involucrará a la población en el proyecto, buscando motivar a cada individuo a priorizar el uso de tecnologías limpias y energías renovables, como la eólica y solar para contribuir con la protección del medio ambiente.

Desde el punto de vista económico, esta investigación fue factible, dado

que el monitoreo del uso de energía eólica y solar se realizará usando paneles solares y aerogeneradores. En los últimos años, los costos de estas tecnologías disminuyeron lo que impulsa la implementación y el uso de tecnologías limpias.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Barrera et al. (2022). En su tesis de investigación titulada: “Paneles solares como alternativa de consumo de energía en empresas manufactureras”. Corporación Universitaria Minuto de Dios, Colombia, como alternativas sostenibles planteó como objetivo la indagación del uso de paneles solares, las que aportaban con la disminución de uso de electricidad, dando pase a que la inversión que se hizo para el suministro de energía se guíe hacia la conservación del espacio ambiental. La metodología fue un estudio cualitativo que se basaba en entender la investigación relacionada y los problemas que fueron identificados. Por lo que se estableció como un enfoque multi metodico que implica puntos, tanto naturalistas como interpretativos, del tema de investigación, significa que los investigadores cualitativos realizan estudios de cosas en su contexto natural e intentan dar explicación y comprender a los fenómenos según el significado que las personas les otorgan. Los resultados muestran que las empresas que utilizan energías convencionales tienen otras alternativas para conservar o proteger el medio ambiente, representado por un 60%, mientras que un 40% corresponde a aquellas que gestionan y regulan el uso de electricidad en sus instalaciones. Por otro lado, el 90% de las empresas en el sector eléctrico emplean energías limpias en sus operaciones. Más del 90% de las energías renovables están bajo el control de seis empresas que las utilizan para la producción de sus productos y/o servicios. Estas empresas vendrían a ser: Isagen, Enel Bogotá Región, Celsia, AES Colombia, Grupo EPM, y EDP Renovable. Como conclusión tenemos que, en la actualidad, las empresas tienen la disposición de transitar del uso de energía convencional o eléctrica hacia la implementación y desarrollo de recursos renovables dentro de sus organizaciones. Debido a su influencia considerable en la vida de

las personas, quienes son consumidoras de sus productos y servicios, razón por la que es indispensable reconocer el poder e impacto de estas empresas hacia la reinención de nuevas alternativas que contribuyan a la obtención de un mejor producto, una producción que tenga gran impacto en la vida de sus consumidores.

Novoa J.; et al. (2020), En su investigación titulada: Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables universidad de La Serena Chile. El objetivo fue la determinación de si eran eficientes o no las celdas fotovoltaicas. Se hizo uso del modelo de diodo simple (1984), que fue seleccionado para modelar las características curvilíneas de la densidad del corriente voltaje (J-V) del mini panel solar fotovoltaico. Los resultados obtenidos respaldan la proximidad pedagógica, ya que las condiciones de modelación se acercaron mucho a la realidad, lo que facilitó la comprensión del uso de este recurso renovable como una matriz energética viable para la complementación o sustitución de la dependencia de los recursos tradicionales no renovables. En adición, las diversas perspectivas del uso propuestas darían pase a su aplicación pedagógica en diferentes contextos formativos para los estudiantes. Esto incluiría a aquellos involucrados en la construcción de paneles fotovoltaicos en instituciones educativas de nivel secundario técnico (especialistas en electrónica y electricidad) y en universidades (ingeniería eléctrica, ambiental y mecánica). Por otra parte, las aplicaciones estadísticas benefician el aprendizaje en carreras como pedagogía, matemáticas, química, ingeniería ambiental y ciencias físicas y computacionales. Estas aplicaciones pueden complementarse con estudios de casos de la vida real sobre paneles solares de distintos tamaños, lo que también contribuye al desarrollo del entendimiento físico-químico y matemático de cómo funciona un panel solar. Se concluyó que los cálculos obtenidos de la aplicación pedagógica de un mini panel solar, realizado en condiciones de laboratorio docente son de bajo costo, por lo que lo hace efectivo.

Vidal (2019), en su tesis “Evaluación Del Recurso Eólico En La

Universidad Tecnológica De Ciudad Juárez” se centró en determinar la cantidad de energía eólica disponible para la optimización de la producción de electricidad en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez entre los edificios “I” y “H”, a través de medir y evaluar el viento en la institución. Mediante la aplicación de una metodología para medir y evaluar del recurso eólico en la institución, específicamente en los edificios “I” y “H”, se hizo una estimación de manera precisa el potencial eólico, proporcionando todos los detalles necesarios para comprender las condiciones del viento en esa área. Lo que permitió garantizar una producción eléctrica óptima al momento de que se decida realizar la instalación de aerogeneradores eólicos. Como resultado, se describió un viento de baja velocidad, con un promedio de 2.26 m/s y rangos de generación óptima entre 1 y 3 m/s. estos vientos actualmente no son aprovechables con eficiencias superiores al 31% utilizando motores multipala, ya sea para generación eléctrica o para el bombeo de agua. Se concluye que son claves la selección de aerogeneradores adecuados y la efectividad del estudio, por lo que se sugiere, con base en los datos estudiados la adquisición de aerogeneradores pequeños, con una potencia de entre 100 y 600 watts, para cada isla ubicada en la zona.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Guevara (2018). En su investigación titulada: “Aprovechamiento de la energía solar para la generación de energía eléctrica y reducción de emisiones de CO₂ en el Caserío Nuevo Eden - Yambrasbamba - Amazonas” de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú. Tuvo como razón de estudio el empleo de energía solar para la suministración de electricidad en el caserío Nuevo Edén, al igual que la reducción de emisión de CO₂. Empleó una metodología de investigación descriptiva, esto se debe a que describen detalladamente las características de los equipos elegidos y las variables en estudio (radiación solar y energía) tal como se presentan en la vida real. Tras la realización del estudio, se determinó que el uso promedio diario de energía fue de 13,318Wh y el sistema fotovoltaico necesita una

potencia de 5,09 kW. Los datos promedios mensuales de radiación se obtuvieron de la página de la NASA (3.64 kWh/m²/día) y del atlas del SENAMHI (4.50 kWh/m²/día), se basaron en el valor más bajo, 3.64 kWh/m²/día. La instalación fotovoltaica constó de 16 paneles de 320 Wp cada uno, 2 inversores, 2 reguladores de carga y 16 baterías de acumuladores, lo que dio una potencia instalada de captación de energía de 5,12 kWp. Además, se estimó que, al llevar a cabo este proyecto, se dejarían de emitir al medio ambiente 65,518.39 kg de CO₂. Como conclusión, el consumo promedio diario de energía para el caserío Nuevo Edén fue de 13.318 Wh, y la potencia que se requirió por el sistema de captación fue de 5.09 kW. Asimismo, se estableció que la radiación solar en el caserío fue de 3.64 kWh/m²/día, basado en los datos promedio mensuales recopilados de la página de la NASA y del atlas del SENAMHI, considerando el valor más bajo.

Bellota (2019), en su tesis titulada: “Proceso de Generación de Energía Eléctrica a partir de Energía Solar para uso Industrial Caso: Planta de Secado de Mineral No Metálico” de la Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Con el objeto de describir el proceso de generación de energía eléctrica a partir de energía solar para el uso de las industrias, en el caso específico de la Planta de Secado de Mineral No Metálico en el distrito de La Joya. La metodología empleada fue mixta, ya que se llevó a cabo un análisis tanto cuantitativo como cualitativo. Según los resultados, los paneles solares fueron diseñados para ser instalados sobre bases estáticas fijadas al techo de la planta de secado. Sin embargo, se sugirió que estos soportes estáticos puedan ser reemplazados por soportes giratorios, sobre los cuales se colocaron los paneles solares. Estos soportes deberían ser articulados y permitir un ángulo de giro de entre 180 y 360 grados. La finalidad de este giro es permitir que el soporte gire en función de la orientación del sol, lo que maximiza las horas de exposición de los paneles fotovoltaicos a la luz solar, optimizando así su rendimiento. Se concluyó que, tras la evaluación del proyecto, se demostró que es viable, por lo que la alta dirección de la empresa debería aceptar el proyecto e

integrarlo al plan integral de construcción de la planta. Posteriormente, se debería hacer una evaluación económica integral, con el fin de confirmar los resultados obtenidos, pero ahora a nivel global del proyecto. Esto permitiría la obtención de una evaluación completa del proyecto en su conjunto.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Delgado (2023), en su investigación titulada “Nivel de eficiencia del prototipo de aerogenerador tipo turbina para la producción de energía eléctrica en la biblioteca comunal doctor Moises Reyna Rodrigues en el sector la Paz-Colpa Baja Huánuco” en la Universidad de Huánuco, Perú. El estudio tuvo como objetivo tabular, recopilar y procesar información sobre la velocidad del viento, con el fin de medir la eficiencia del prototipo diseñado para la generación de energía eléctrica. La metodología usada en el estudio fue de tipo longitudinal y no experimental, ya que no se llevó a cabo manipulación de las variables, en cambio se observó cómo un fenómeno natural afectaba al equipo que fue previamente desarrollado. El proceso radicó en la conversión de la energía del viento en energía mecánica y posteriormente en electricidad. Para ello, se utilizaron palas que convertían la energía del viento en mecánica, generando impulso para accionar un dinamo cubierto con placas de zinc y alambre de cobre. Lo cual se encargaba de convertir la energía mecánica en electricidad, la cual era guardada en una batería. Después, mediante un inversor de carga, la corriente continua se transformaba en corriente alterna, permitiendo su uso en las luces y dispositivos eléctricos. El sector de La Paz, con ubicación en una zona con alto potencial de corrientes de viento, resultó ideal para recolectar información sobre las diversas variables que alimentan el prototipo de aerogenerador. Como resultados se obtuvieron fueron recolectados en el sector, utilizando un voltímetro y un anemómetro, cuyos datos fueron tabulados adecuadamente. Esta recolección de información dio permiso a la comparación de la cantidad de energía generada y las variables de velocidad del viento, lo que facilitó la medición de la eficiente del diseño

del aerogenerador, el cual trabajó con una batería de 12 V, con lo cual se determinó que tan eficiente puede ser el aerogenerador tipo turbina como alternativa de energía limpia. Se concluyó que la variación en la intensidad del viento con la que operó el aerogenerador se clasifica en 3 grupos: excesivo, óptimo e insuficiente, dependiendo de las características específicas de cada una de estas condiciones. En la categoría “excesivo”, hay tanto viento que no puede ser controlada ni con un uso constante, lo que pone en riesgo la integridad del sistema completo. En “óptima”, la intensidad del viento es adecuada para mantener una carga continua. En los picos de velocidad, la carga se mantiene incluso cuando alcanza tope en velocidad. Finalmente, en el grupo de “insuficiente”, la baja velocidad del viento no se puede crear suficiente energía continua para lograr una carga importante.

Alonso (2019), en su tesis intitulada " Aprovechamiento de Energía Eólica para Mejorar la Calidad de Vida en el Centro Poblado de LLicua Alta, Amarilis- Huánuco", el objetivo fue establecer el provecho de la energía del viento para la mejora de la calidad de vida de la población de LLicua Alta. Se obtuvo un resultado que mostró una producción mínima de energía por la mañana, que fluctuaba entre 0.0 y 0.1 V por hora. Sin embargo, por la tarde se captó una cantidad mayor de energía, con valores que variaban entre 0.2 y 0.4 V por hora. Para la conclusión, se analizaron varios factores para que la calidad de vida sea medible, lo que resultó en cambios positivos para las familias. Así, se determinó que la calidad de vida mejoró significativamente para la población.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1 ENERGÍAS LIMPIAS

De acuerdo con la Agencia Internacional de Energías Renovables, las energías renovables son aquellas formas de energía generadas por fuentes naturales y sostenibles. Cada uno de estos tipos de energía cuenta con diversas tecnologías y características técnicas, que nos permitirá entender por qué algunas de estas tecnologías han tenido un mayor desarrollo en el Perú y en el mundo.

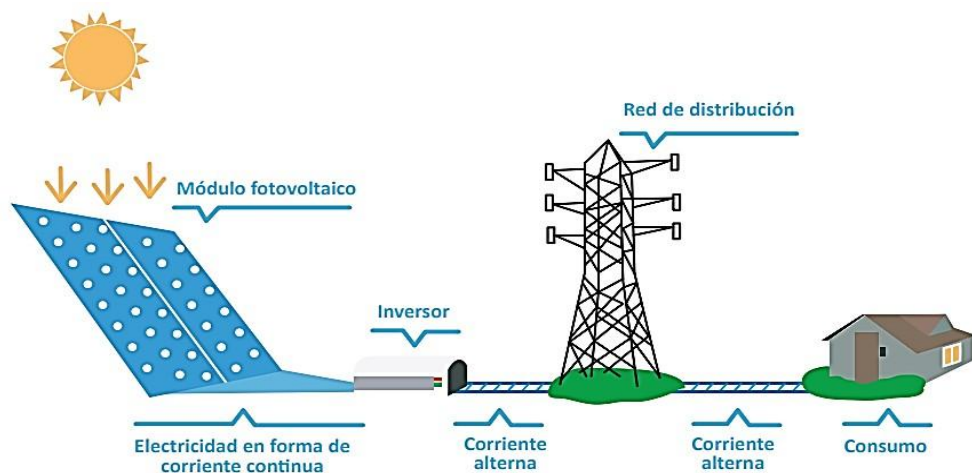
2.2.2 ENERGÍA SOLAR

La energía solar es una forma de energía renovable obtenida al capturar las radiaciones electromagnéticas emitidas por el sol. Esta energía puede inducir reacciones químicas o generar electricidad. Estas están clasificadas en dos tipos: pasivos y activos. Los sistemas pasivos no requieren dispositivos específicos para captar la energía solar, utilizan elementos arquitectónicos bioclimáticos que están diseñados para interactuar estrechamente con el sol y son capaces de esparcir la luz de manera eficiente. Por su parte, los sistemas activos requieren de aparatos que capten la radiación solar, tales como los colectores solares térmicos o los paneles fotovoltaicos.

Se trata de transformar la luz del sol en electricidad utilizando materiales semiconductores, como las células fotovoltaicas, hechas de silicio, uno de los elementos más comunes en la Tierra. Al impactar los fotones, las partículas de luz solar, en una de las caras de la célula fotovoltaica, se genera una corriente eléctrica que se emplea como fuente energética (Figura 1), fenómeno conocido como efecto fotoeléctrico (Salvador Escoda S.A.,2017). Los paneles solares fotovoltaicos consisten en varias células fotovoltaicas idénticas, interconectadas en paralelo o serie, y producen electricidad en corriente continua. (Secretaría de Energía,2008).

Figura 1

Imagen de flujograma de panel fotovoltaico



Nota. Formación de la energía solar fotovoltaica. (Sems, 2020)

Fundamentalmente, las celdas fotovoltaicas son sistemas que permiten la conversión de la energía solar lumínica, es decir, los fotones, en energía eléctrica. Estas celdas absorben los fotones de la luz, los cuales liberan electrones, que al ser capturados generan potenciales eléctricos que un campo magnético mantiene, obteniéndose electricidad.

Dentro de los paneles solares disponibles, existen diferentes categorías según su método de fabricación:

- **Las células de silicio amorfo:** En el proceso de transformación del silicio, se genera un gas que se deposita sobre una lámina de vidrio, siendo las primeras en producirse. Una de las ventajas es su capacidad para operar con baja luminosidad, aunque su eficiencia es de solo el 5%.
- **Las células de silicio mono cristalino:** A partir de la fundición del silicio se forman cristales que dan lugar a estas celdas, las cuales presentan una eficiencia de entre el 14% y el 16%, aunque su costo es alto.
- **Las células de silicio policristalino:** Se fabrican solidificando silicio en un molde, formando varios cristales. Son más baratas de construir, pero con poca luz su eficiencia baja.
- **Célula tándem:** Se trata de una pila de dos celdas individuales unidas en una sola estructura, lo que permite un alto rendimiento y sensibilidad a la longitud de onda. Pero este proceso también hace que sean más caras de producir.
- **Las células multi-unión:** Hablamos de células solares diseñadas para cumplir funciones especializadas con alta eficiencia. (Barragan, 2016).

Seguidamente, se presentarán los elementos que integran un sistema solar fotovoltaico:

- **Panel solar:** Las unidades básicas que forman los paneles solares son las celdas fotovoltaicas, y su cantidad determina las

dimensiones del panel. La unión de varios paneles solares da lugar a un arreglo (array) o una cadena (string), lo cual depende del tipo de interconexión de los módulos. En consecuencia, una instalación fotovoltaica se compone de una cadena o arreglo que contiene uno o más paneles, los cuales están formados por celdas fotovoltaicas interconectadas dentro de cada uno.

Figura 2

Paneles fotovoltaicos

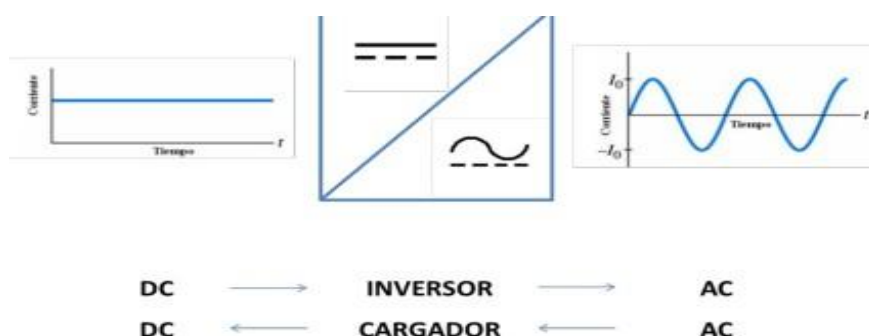


Nota. Tipos de celdas (Tritec, 2020): Silicio mono cristalino, Poli cristalino y Amorfo respectivamente

- **Inversor:** A fin de poder inyectar la energía generada por los paneles solares a la red eléctrica, se requiere su conversión de corriente continua (DC) a corriente alterna (AC) y el ajuste de su tensión, frecuencia y fase a los valores de la red eléctrica en cada instante.

Figura 3

Imagen de funcionamiento de inversor



Nota. Trabajo del inversor. (Mpptsolar, 2023)

- **Regulador de carga:** La función del regulador de carga es mantener constante la corriente y tensión que los paneles entregan a la batería. Como se indicó previamente, la corriente y tensión de los paneles fotovoltaicos fluctúan dependiendo de la radiación solar. Si se conectan directamente a la batería sin regulador, pueden ocurrir dos situaciones. La batería podría sobrecalentarse hasta derretirse, en el caso de que el panel genere una tensión superior a la tensión de carga de la batería. Por el contrario, si el voltaje del panel es menor que el de la batería, la batería enviará energía al panel, provocando un aumento de temperatura y un posible daño irreparable. Así, el regulador de carga tiene una función de asegurar un voltaje constante desde los paneles a la batería y, adicionalmente, impide el flujo inverso de corriente. También protege la batería contra sobrecargas y descargas excesivas. Supervisa continuamente el estado de carga de las baterías y ajusta la intensidad de carga para prolongar su vida útil. Además, el regulador cambia la forma en que se cargan según el voltaje de las baterías, primero carga con corriente constante y cuando la batería alcanza el voltaje correcto, cambia a voltaje constante.

Figura 4

Regulador de carga



Nota. Tipos de regulador de carga. (Rodríguez, 2021)

- **Baterías:** En un sistema aislado, las baterías son componentes cruciales. Almacenan la energía producida por los paneles solares y permiten su suministro cuando se necesite. Para almacenar energía eléctrica con el fin de utilizarla más tarde, existen varias tecnologías de baterías.

Figura 5

Imagen de baterías



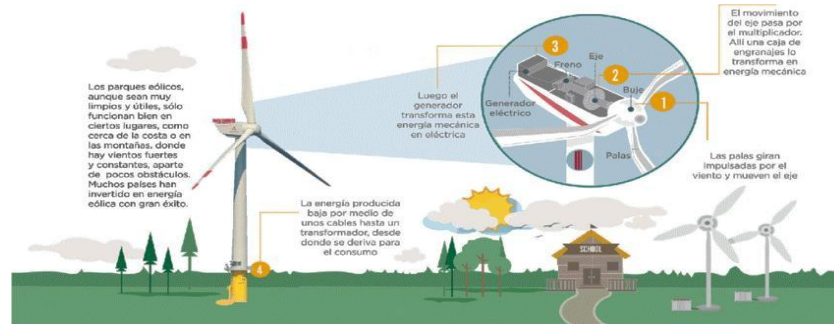
Nota. Baterías para almacenamiento de energía. (voltaikaperu, 2016)

- **Energía eólica:** Proviene del viento y se produce por las diferencias de temperaturas entre regiones. Esta energía utiliza la energía cinética generada por el viento, transformándola en eléctrica o mecánica. Para aprovecharla, se utilizan maquinas compuestas por aspas oblicuas unidas a un eje giratorio, denominadas turbinas eólicas o aerogeneradores, cuya función es transformar la energía del viento. Cuando varias turbinas eólicas conectadas a las redes eléctricas se instalan juntas, se forma un parque eólico, que puede estar en tierra (onshore) o en el mar (offshore), según dónde se encuentre. (Vásquez, Tamayo y Salvador, 2017).
- **Onshore:** Son parques eólicos terrestres. De acuerdo con Wiser et al. (2011), el tamaño de las turbinas eólicas ha ido aumentando con el tiempo. Principalmente para reducir el costo nivelado de la energía eólica (LCOE2), debido a que los rotores más altos permiten un mejor uso de los vientos.
- **Offshore:** Los parques eólicos marinos, instalados en el mar, tienen la capacidad de capturar más energía que sus contrapartes terrestres (Tong, 2010). Se empezó a desarrollar con la construcción del primer parque eólico en Suecia en

1990, el cual poseía una capacidad de 220 KW. Dinamarca construyó sus primeros parques offshore en 1991, con 11 turbinas eólicas de 450 KW de capacidad cada una.

Figura 6

Energía eólica



Nota. Formación de energía eólica. (Tempus, 2009)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

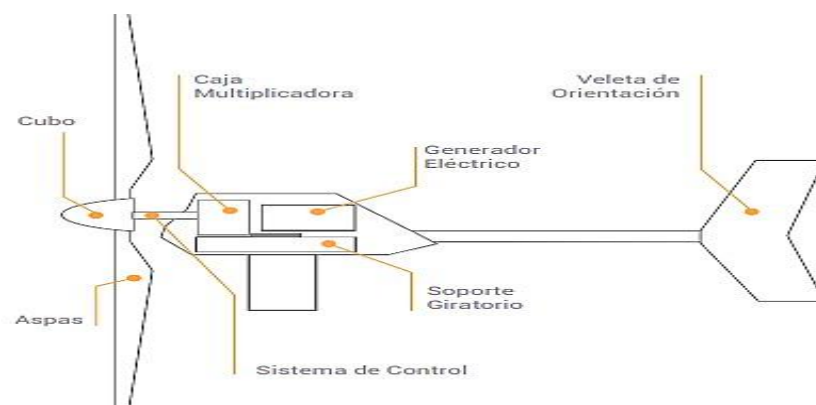
A continuación, se detallarán los elementos que conforman un aerogenerador.

- **Rotor:** Este dispositivo convierte la energía cinética del viento en energía mecánica rotatoria, que luego se envía a la máquina eléctrica mediante su eje. Las aspas, elementos aerodinámicos fabricados comúnmente en fibra de vidrio, y el cubo, que une las aspas al eje principal, son partes del rotor. A veces, el cubo contiene un mecanismo para modificar el ángulo de inclinación de las aspas.
- **Generador:** Convierte la energía mecánica del rotor en energía eléctrica, siendo comúnmente un alternador trifásico. Este se compone de un estator con ranuras (también llamado inducido), que alberga un rotor inductor, que proporciona un campo magnético giratorio, y los bobinados de potencia.
- **Caja multiplicadora:** Tiene como función incrementar la velocidad de rotación del rotor, que suele ser baja, hasta un nivel óptimo para el generador. En equipos pequeños, inferior a 2 kW, se suele prescindir de la caja, optando por una máquina eléctrica de baja velocidad, de mayor tamaño y con más polos.

- **Soporte giratorio:** Dado que el rotor necesita permanecer encarado al viento, todos los componentes del equipo se instalan sobre un soporte o bastidor equipado de bujes o rodamientos que facilitan el movimiento para orientarse sobre el eje de la torre. El eje del soporte necesita ser hueco para que los conductores eléctricos del generador lleguen al tablero. Para evitar que los cables se tensen o se enreden al girar, hay dos opciones:
- **Sistema de orientación o veleta:** En equipos con potencia inferior a 10 kW, el sistema de orientación suele ser un simple plano vertical de control, similar a una veleta o cola, ubicado en la parte posterior del equipo. El tamaño de la veleta y qué tan lejos está del centro de la torre dependen del tamaño del rotor. Para equipos más grandes, es mejor usar un mecanismo de tornillo sin fin y corona que funciona con un pequeño motor eléctrico. La diferencia entre la orientación del aerogenerador y la dirección media del viento es determinada por un sensor electrónico. Según un criterio de constancia en la dirección del viento, que evita las ráfagas o cambios rápidos, se emite una señal para accionar la corrección de la orientación del rotor.
- **Sistema de regulación mecánico:** La fuerza del viento en las aspas aumenta con su velocidad y pasa por el eje del rotor al resto del equipo. Este dispositivo sirve para limitar esa fuerza cuando la velocidad supera un punto peligroso para la seguridad del equipo.

Figura 7

Aerogenerador tipo turbina



Nota. Componentes del aerogenerador de turbina. (Cruz, 2023)

2.4. HIPÓTESIS

Hipótesis general

HA: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024

H0: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos no es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024

2.5. VARIABLES

Variable Independiente

Sistema de energías limpia

Variable Dependiente:

Producción de energía eléctrica

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TITULO DE LA TESIS: “COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA USANDO SISTEMAS DE ENERGIAS LIMPIAS (PANELES FOTOVOLTAICOS Y AEROGENERADOR TIPO TURBINA), HUÁNUCO, 2024”

Tabla 1
Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	VALOR FINAL	TIPO DE VARIABLE
Variable Independiente Sistema de energías limpias	Consisten en unos sistemas de producción de energía que excluyen cualquier tipo de contaminación, principalmente por emisión de gases de efecto invernadero, como el CO2, causantes del cambio climático.	Tipos de sistemas de energías limpias	• Paneles Fotovoltaicos • Aerogenerador Tipo Turbina	Nominal Dicotómica
Variable Dependiente Producción de energía eléctrica	Consiste en transformar alguna clase de energía (química, cinética, térmica, lumínica, nuclear, solar entre otras), en energía eléctrica.	Energía solar captada	▪ kilovatio (kW) ▪ kilovatio hora (kWh)	Numérica continua

Nota. Operacionalización de variables dependiente e independiente. (Llana, 2023)

CAPÍTULO III

MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es Aplicada: En esta tesis se emplearon teorías relacionadas con los sistemas eólicos y fotovoltaicos, con el propósito de trasladarlas a la práctica y abordar el problema de la falta de acceso a energía eléctrica (Supo, 2014).

3.1.1. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo, debido a objetivos fueron analizados a través de datos numéricos, lo que permitió obtener resultados precisos. Hace uso de recopilación de datos para validar los objetivos mediante el análisis estadístico y mediciones numéricas, con el propósito de probar teorías y establecer patrones de comportamiento. (Supo, 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL DE INVESTIGACIÓN

El nivel de la investigación es aplicativo, debido a que se utilizaron métodos estadísticos para evaluar la efectividad de la intervención relacionada con el aerogenerador y panel solar, así como el impacto y resultados. Para lograrlo, se identificaron las variables relacionadas con la generación de electricidad y el rendimiento del aerogenerador de tipo turbina en una población o grupo determinado (Supo, 2014).

3.1.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación fue experimental, ya que implicó una intervención directa en la población de estudio. Este enfoque se centra en la observación de fenómenos tal como ocurren en su contexto natural, para ser analizados posteriormente. Los sujetos fueron observados en su entorno natural. La investigación tuvo un enfoque inductivo, dado que su desarrollo se basó en la observación de estos fenómenos, los cuales fueron examinados a fondo posteriormente.

OXR..... OY

OX: Producción de energía eléctrica con paneles fotovoltaicos

OY: Producción de energía eléctrica con aerogenerador tipo turbina

R: Comparación de sistemas

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN DE ESTUDIO

Se centra en dos sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y el aerogenerador tipo turbina), los cuales fueron instalados en el Pje. Madre mía (Manzana “C”- lote 3), del Asentamiento humano José Carlos Mariátegui, distrito de Huánuco, departamento y provincia de Huánuco. Llevado a cabo durante el mes de noviembre. A continuación, se detallan las coordenadas geográficas que indican la ubicación exacta de la instalación de los dos sistemas de energías limpias.

Tabla 2

Ubicación del área de estudio

Tipo de generador	Coordenadas del área de estudio
Aerogenerador y panel solar fotovoltaico	P1 - 373316E-8905983N

Nota. Coordenadas geográficas del área de estudio. (Llana, 2023)

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Variable dependiente: Producción de energía eléctrica

Variable independiente: Sistema de energías limpias

3.3.2. PROTOCOLO DE TRABAJO

a) PANEL SOLAR CON MATERIAL REFLECTANTE ADECUADO A LOS COSTADOS.

Materiales y equipos:

- Panel solar
- Espejos

- Estructura metálica para soporte de espejos y panel solar.
- Sistema inversor
- Batería

Proceso de armado:

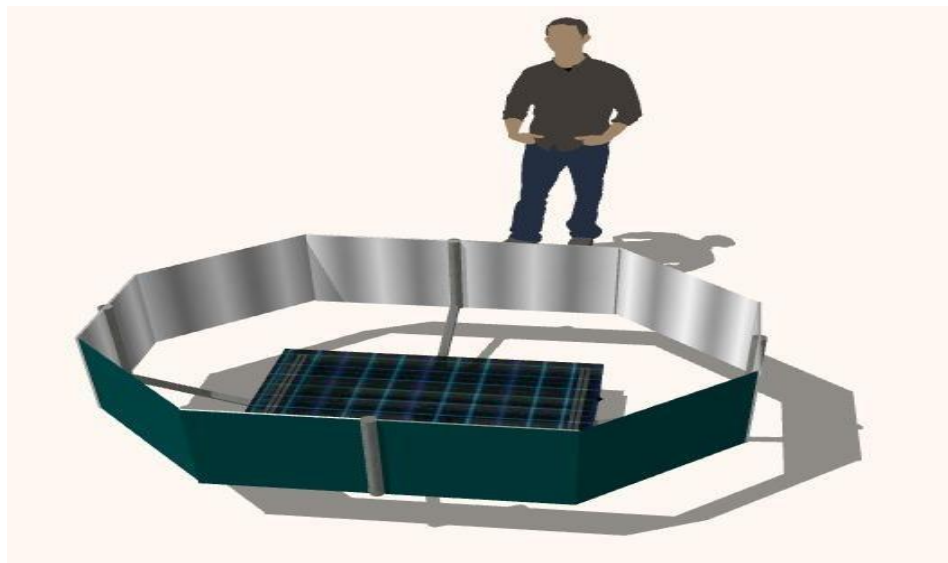
Paso N° 1: Colocar el panel solar en el centro de la estructura, asegurando de que esté orientado de manera óptima para recibir la máxima cantidad de luz solar durante el día.

Paso N° 2: Fijar los espejos en la estructura, orientados hacia el panel solar. La inclinación de los espejos dependerá de la posición del sol y de la ubicación geográfica.

Paso N° 3: Conectar el panel solar a la batería e inversor.

Figura 8

Prototipo de panel solar con material reflectante adecuado



Nota. Panel solar adecuado con espejos a su alrededor. (Llana, 2023)

b) CONSTRUCCIÓN DE AEROGENERADOR CON MATERIAL RECICLABLE.

Materiales:

- Hélices de 60 cm
- Soporte de aerogenerador
- Dinamo
- Regulador de voltaje
- Batería

- Cables eléctricos
- Herramientas básicas

Proceso de armado:

Paso 1: Retirar la hélice del ventilador y unir con el dinamo.

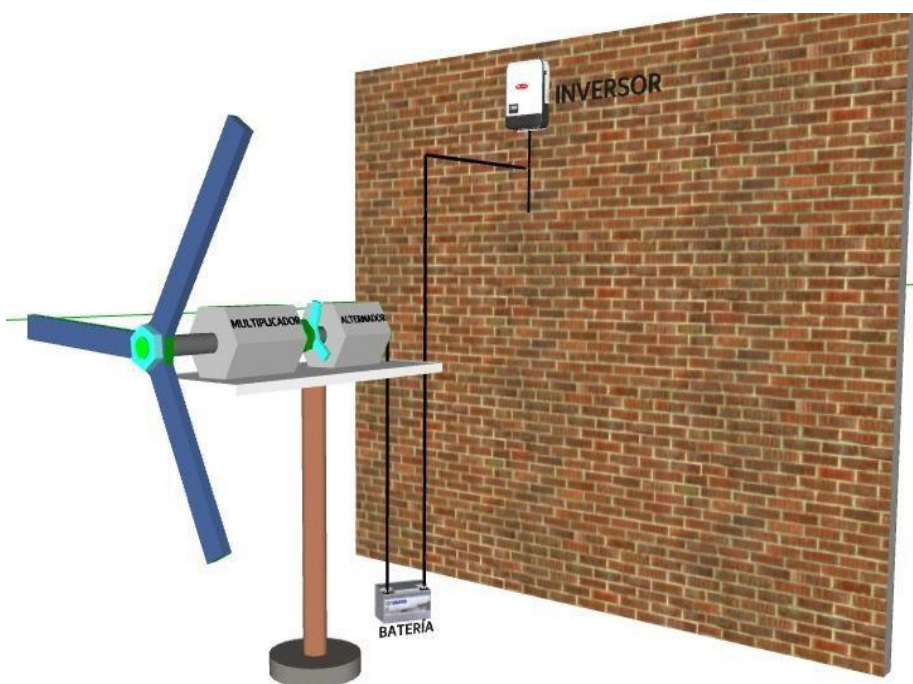
Paso 2: Colocar y unir el dinamo con la estructura del aerogenerador hacia una superficie estable.

Paso 3: Unir la salida del dinamo hacia el regulador de voltaje.

Paso 4: Conectar los cables de la salida del regulador de voltaje a la batería.

Figura 9

Prototipo de aerogenerador tipo turbina



Nota. Aerogenerador tipo turbina y sus componentes. (Llana, 2023)

La investigación consistió en la instalación de un sistema solar fotovoltaico con material reflectante en los laterales, junto a un sistema de aerogenerador en una determinada ubicación. El propósito fue comparar la producción de energía eléctrica de ambos sistemas durante un lapso de 12 horas por 16 días, registrando la cantidad de energía(voltios) generada por cada uno.

En resumen, la investigación se llevó a cabo en el pasaje Madre Mía 141, José Carlos Mariátegui, Santa Rosa Alta, Huánuco, por un

periodo de 16 días.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. TÉCNICAS PARA PRESENTACIÓN DE LOS DATOS

Se emplearon gráficos y tablas generados a partir del análisis estadístico, integrados dentro del estilo de la redacción científica, estos que fueron claves para la conclusión y discusión del proyecto.

3.4.2. PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información se obtuvo mediante la codificación de datos y su posterior análisis utilizando el software Excel.

Los datos se procesaron mediante la técnica de codificación, lo que permitió generar tablas y estadísticas, la hipótesis se probó mediante el método t de Student para muestras independientes (análisis multifuncional de variables). De acuerdo con la siguiente formula:

Tabla 3

Análisis funcional de variables

F.V.	S.C	g.l	MC	Estadístico de contraste
Entre niveles	SC_{inter}	I-1	$MC_{inter} = \frac{SC_{inter}}{I - 1}$	$F = \frac{MC_{inter}}{MC_{intra}}$
Dentro de niveles	SC_{intra}	N-I	$MC_{intra} = \frac{SC_{inter}}{N - 1}$	
Total	SC_{total}	N-1		

Nota. Método análisis multifuncional de variables. (Cárdenas, 2015)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 4

Velocidad del viento (m/s) durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio

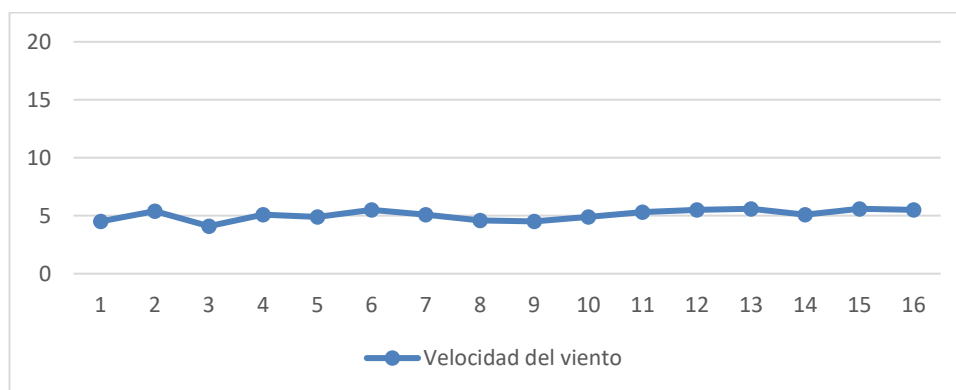
Grupo	Media	Mín.	Máx.	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Velocidad del viento (m/s)	5.08	4.10	5.60	0.11	4.83	5.32

Nota. Datos recolectados en campo

Se tiene que la velocidad del viento fluctúa entre 4.83 m/s y 5.32 m/s, con 95% de probabilidad.

Figura 10

Velocidad del viento durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos el aerogenerador en la zona de estudio



Nota. Datos recolectados en campo

La velocidad del viento promedio durante todo el estudio ha sido la misma para cada alternativa de producción de energía, teniendo una media de 5.08 m/s

Tabla 5

Humedad durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio

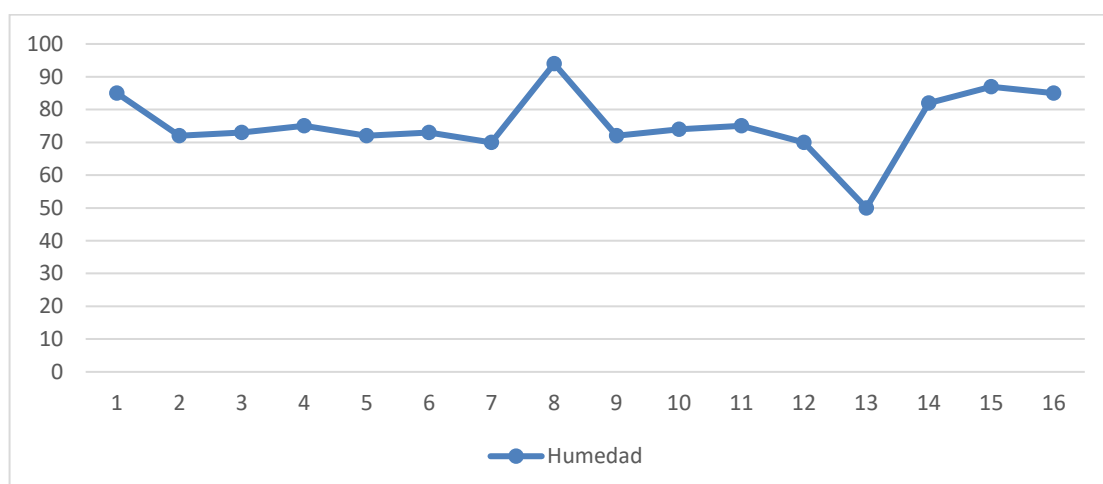
Grupo	Media	Mín.	Máx.	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Humedad (%)	75.56	50	94	2.47	70.31	80.82

Nota. Datos de campo

Se tiene que la humedad fluctúa entre 70.31 % y 80.32 %, con 95% de probabilidad.

Figura 11

Humedad durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos el aerogenerador en la zona de estudio



Nota. Datos de campo

La humedad promedio durante todo el estudio ha sido la misma para cada alternativa de producción de energía, teniendo una media de 75.56 %

Tabla 6

Temperatura durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio

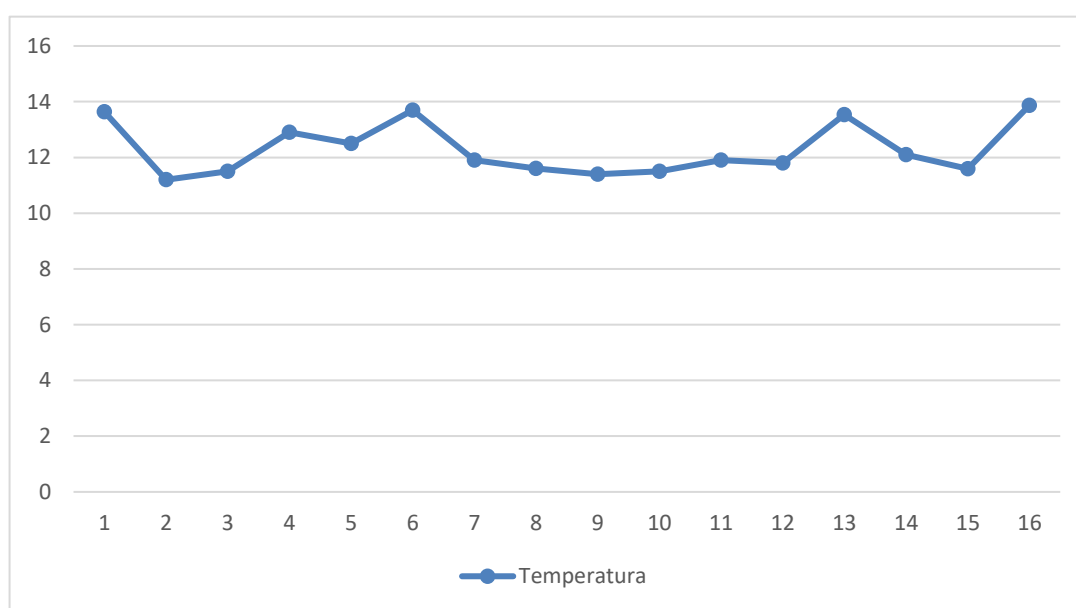
Grupo	Media	Mín.	Máy.	Error estándar	Límite inferior	Límite superior
Temperatura (°C)	12.29	11.20	13.87	0.23	11.79	12.78

Nota. Datos de campo

Se tiene que la temperatura fluctúa entre 11.79 °C y 12.78°C %, con 95% de probabilidad.

Figura 12

Temperatura durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos el aerogenerador en la zona de estudio



Nota. Datos de campo

La temperatura promedio durante todo el estudio ha sido la misma para cada alternativa de producción de energía, teniendo una media de 12.29 °C

Tabla 7

Cantidad de energía eléctrica (expresada en voltaje) que se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos y mediante el aerogenerador tipo turbina

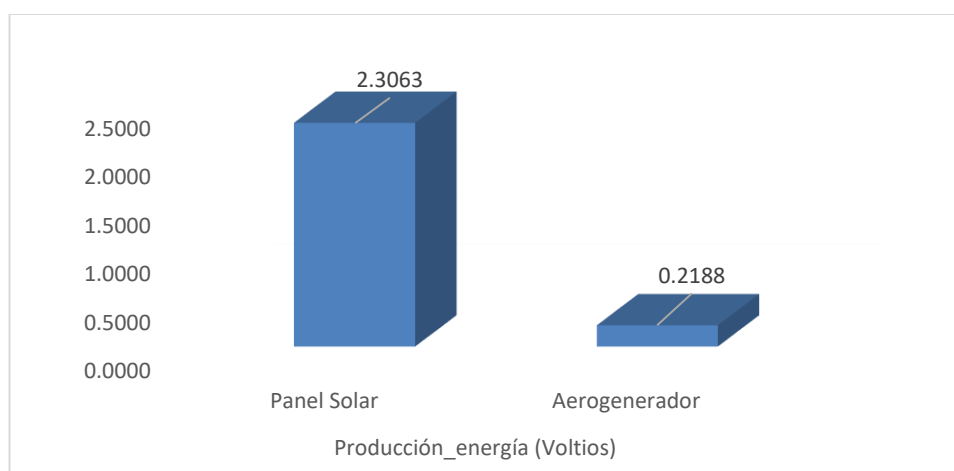
		Media	Error	Límite Inferior	Límite Superior
Grupo		n=16	estándar	95% NC	95% NC
Producción de energía (Voltios)	Panel Solar	2.3063	0.20826	1.8624	2.7501
	Aerogenerador	0.2188	0.01875	0.1788	0.2587

Nota. Datos procesados con el software SPSS, versión 26. El voltaje promedio se ha obtenido en 12 horas de estudio

Se tiene que la producción de energía con el panel solar fluctúa entre 1.8624 v y 2.7587 v, mientras que la producción de energía con el aerogenerador fluctúa entre 0.1788 v y 0.2587, con 95% de probabilidad.

Figura 13

Cantidad de energía eléctrica que se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos y mediante el aerogenerador tipo turbina



Nota. Datos procesados con el software SPSS, versión 26

El resultado que se ha obtenido es que, al comparar la producción de energía, medido mediante el voltaje, se genera una mayor cantidad de voltaje cuando se emplea el panel solar (en promedio 2.3063 v) que con el aerogenerador (en promedio 0.2188 v)

Tabla 8*Prueba de normalidad*

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Grupo	Estadístico	gl	p-valor.	Estadístico	gl	p-valor
Producción energía (Voltios)	Panel Solar	,161	16	0,20*	,937	16	0,31
	Aerogenerador	,136	16	0,18	,909	16	0,24

Nota. Datos procesados con el software SPSS, versión 26

Los resultados indican que los datos evaluados presentan o se asemejan a una distribución normal. Esta conclusión se tiene en base al p-valor (Sig) obtenida en cada uno de los procedimientos estadísticos empleados, a saber: la Prueba de Kolmogorov-Smirnov corregida por Lilliefors y la prueba de Shapiro-Wilks. Se obtuvo un p-valor superior a 0.05. Por lo tanto, se tiene que los datos pueden ser analizados con un procedimiento estadístico paramétrico. Como se trata de analizar dos grupos de estudio, la prueba pertinente a utilizar sería t de Student para muestras independientes.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis para considerar:

HA: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024

H0: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos no es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024

Nivel de significancia:

5% = 0.05

Estadístico de prueba:

T de Student para muestras independientes

Tabla 9*Prueba de hipótesis con la t de Student para muestras independientes*

							95% de intervalo de confianza de la diferencia	
		F	Sig	t	gl	p-valor	Inferior	Superior
Producción de energía (Voltios)	Se asumen varianzas iguales	41,126	,000	9,983	30	0,000	1,66046	2,51454
	No se asumen varianzas iguales			9,983	15,243	0,000	1,64243	2,53257

Nota. Datos procesados con el software SPSS, versión 26

Con el p-valor obtenido de 0.00 (Sig. bilateral), se acepta la hipótesis alterna, que señala que la producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos es diferente a la generación de energía eléctrica usando el aerogenerador de tipo turbina, Huánuco, 2024.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Considerando el objetivo general: Comparar los sistemas de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador de tipo turbina), en la generación de energía eléctrica, Huánuco, 2024, el resultado que se ha obtenido es que, al comparar la producción de energía, medido mediante el voltaje, se genera una mayor cantidad de voltaje cuando se emplea el panel solar (en promedio 2.3063 v) que con el aerogenerador (en promedio 0.2188 v).

Delgado (2023), en su investigación titulada "Nivel de eficiencia del prototipo de aerogenerador tipo turbina para la producción de energía eléctrica en la biblioteca comunal Doctor Moisés Reyna Rodríguez en el sector La Paz-Colpa Baja, Huánuco", desarrollada en la Universidad de Huánuco, Perú, tuvo como propósito analizar la velocidad eólica para evaluar la fuerza y el voltaje generados por el prototipo, con el fin de determinar su eficiencia en la generación de energía eléctrica. El estudio, realizado en el sector La Paz-Colpa Baja, utilizó un voltímetro y un anemómetro para recopilar y procesar datos sobre la velocidad del viento y la energía recolectada. Esta información permitió evaluar el desempeño del aerogenerador operando con una batería de 12 V, identificando su potencial como una solución para la generación de energía limpia. Los resultados mostraron que la eficiencia del aerogenerador varía según la fuerza del viento, clasificándose en tres categorías: insuficiente, óptima y excesiva. En la categoría insuficiente, el viento es demasiado reducido para generar una carga constante y significativa. En la categoría óptima, la velocidad del viento es adecuada para mantener una carga constante, incluso durante el uso de la energía generada. Por último, en la categoría excesiva, la velocidad del viento es tan alta que la energía generada excede la capacidad del sistema, lo que puede poner en riesgo su funcionamiento.

Lo desarrollado por Delgado, siendo que es en la misma localidad de estudio, es útil para realizar comparaciones con respecto al presente estudio, en el que se coincide con el empleo de una batería de 12 v para recolectar

la energía, en ambas alternativas generadoras de energía. La velocidad promedio del viento en la misma ciudad de Huánuco fue de 5.08 m/s, siendo insuficiente para generar energía comparable a la que produce el panel solar. Es importante señalar también que aun cuando con el panel solar se produjo una mayor cantidad de energía, expresada en voltaje, esta aun no es suficiente para tener una utilidad práctica de manera doméstica, pero eso no descarta la posibilidad de generar una mayor cantidad de energía empleando más paneles solares, cubriendo una mayor área de estudio. El viento en Huánuco no es suficiente para optar como alternativa generadora de producción de energía.

Considerando el objetico específico 1: Describir la velocidad del viento durante la producción de energía eléctrica mediante el aerogenerador en la zona de estudio. La velocidad del viento en la zona de estudio fue de 5.08 m/s. Se tiene el dato de que la velocidad promedio en la ciudad de Huánuco es de 3.05 m/s. Se obtuvo una mayor velocidad en el presente estudio, pues se llevó a cabo en una zona relativamente alta y abierta, con posibilidades de estudiar la zona. De manera continua, la velocidad del viento debiera ser de 15 m/s, para tener una producción de energía que tenga aplicaciones prácticas.

Considerando el objetico específico 2: Describir es la humedad durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio. La humedad promedio en la zona de estudio fue de 75.56%, un 86 % siendo la humedad promedio en Huánuco. No se descarta el hecho de que, en un siguiente estudio, la temperatura también participe como variable interviniente, con el objetivo de saber si ello tiene alguna implicancia en la generación de energía eléctrica.

Considerando el objetico específico 3: Describir la temperatura durante la producción de energía eléctrica mediante los paneles fotovoltaicos y el aerogenerador en la zona de estudio. La temperatura promedio en la zona de estudio fue de 12.29°C, siendo la temperatura promedio en la ciudad de Huánuco de 13.13 °C, durante el mes de noviembre. No se descarta el hecho de que, en un siguiente estudio, la temperatura también participe como variable interviniente, con el objetivo de saber si ello tiene alguna

implicancia en la generación de energía eléctrica.

Considerando el objetivo específico 4: Medir la cantidad de energía eléctrica que se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos y mediante el aerogenerador tipo turbina. El resultado que se ha obtenido es que, al comparar la producción de energía, medido mediante el voltaje, se genera una mayor cantidad de voltaje cuando se emplea el panel solar (en promedio 2.3063 v) que con el aerogenerador (en promedio 0.2188 v). Definitivamente, la producción de energía con el panel solar supera ampliamente a la que se produce con el aerogenerador. Para tener una mejor y más información de lo que incide en la producción de energía, se podría incluir variables intervinientes como la temperatura, la humedad, la altitud, velocidad del viento y la radiación solar UV

CONCLUSIONES

La conclusión es que, con el panel solar, en la ubicación estudiada, que tienen una altitud de 1958 msnm, con una humedad promedio de 75.56%, con una temperatura promedio de 12.29 °C y una velocidad del viento promedio de 5.08 m/s, produce una mayor cantidad de energía, expresada en voltios, que el aerogenerador, en las mismas condiciones.

Se concluye que la velocidad del viento en la zona de estudio, de la ciudad de Huánuco, no es suficiente para generar energía eléctrica a nivel aprovechable para uso doméstico.

Se concluye que la humedad en la zona de estudio pudiera ser una variable a tener en cuenta para el estudio y de esa manera averiguar cómo influye en la generación de energía.

Se concluye que la temperatura pudiera ser incluida como variable interviniente en un siguiente estudio, para evaluar la incidencia en la producción de energía.

Se concluye que el panel solar es una mejor opción para la producción de energía eléctrica que el aerogenerador.

RECOMENDACIONES

Realizar el estudio en épocas de verano, debido a que en estos meses terminan las lluvias, los cuales afectan a la captación de energía eléctrica.

Verificar las especificaciones del dinamo antes de adquirirla, fijarse que emita 12 voltios, para no tener que usar un reductor de energía. La veleta del aerogenerador debe contar con un tope para que no gire en 360° y así no se enrollen los cables.

Se debe contar con un controlador de energía para ambos sistemas para cuidar la batería y tener un mejor control.

Para descargar la batería por las noches usar 2 focos de 15W, y así al siguiente día se tiene la batería en 11V.

Para una mejor captación de la energía solar en el panel solar se puede usar un sistema de seguimiento solar, el cual se mueve siguiendo la postura del sol en el día.

Para una mayor captación de energía eólica se puede usar un multiplicador el cual tiene una escala de 1 a 10, por cada movimiento. También se puede usar un dinamo para captar energía con la caída de corriente de un canal de agua, riachuelo.

Para un mejor rebote de luz solar se pueden usar espejos parabólicos alrededor del panel solar. Considerar el amperaje de cada dispositivo para realizar una comparación justa.

REFERENCIAS

- Alonso, B. (2019). " *Aprovechamiento de Energía Eólica para Mejorar la Calidad de Vida en el Centro Poblado de LLicua Alta, Amarilis-Huánuco*". Universidad de Huánuco.
- Barrera, G., Muñoz, J., & Ramírez, I. (2022). "Paneles solares como alternativa de consumo de energía en empresas manufactureras", *Corporación*.file:///D:/FIDEL%20UDH/T.A_BarreraGloria_Mu%C3%B1ozJorge_RamirezIsabella_2 022.pdf.
- Barragan, S. (2016). *Evaluación de la eficiencia energética de un sistema de paneles fotovoltaicos con ángulo de inclinación fijo* Universidad Eccí, Bogotá.
- Bellota, L. (2018). "Proceso de Generación de Energía Eléctrica a partir de Energía Solar para uso Industrial Caso: Planta de Secado de Mineral No Metálico". Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, Perú.
- Delgado, Z. (2023). "Nivel de eficiencia del prototipo de aerogenerador tipo turbina para la producción de energía eléctrica en la biblioteca comunal doctor Moisés Reyna Rodríguez en el sector la Paz-Colpa Baja Huánuco". Universidad de Huánuco.
- Falcon, I. (2016). *Diseño de sistema productivo sostenible para la obtención de energía, abonos orgánicos y mejoramiento de agua residual, en la granja retama del Distrito de Huánuco* Universidad de Huánuco. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/1723/PGP%2000057%20F18.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Garzon, C. (2010). *Evaluación de alternativas de generación de electricidad desde el punto de vista de su impacto ambiental, para sectores no conectados a redes eléctricas. Centro de Investigación y pruebas electromagnéticas(CIPEL)*.<http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1293/1/T-UTC-2043.pdf>

- ITC., I. T. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.
<https://www.cienciacanaria.es/files/Libro-de-energias-renovables-y-eficiencia-energetica.pdf>.
- Jeri, J. &. (2017). *Proyecto de factibilidad en el uso de paneles solares como generación fotovoltaica para suministro de electricidad en ambientes ENAMM*. <http://repositorio.enamm.edu.pe/handle/ENAMM/73>.
- Novoa, J., Alfaro, M., & Guerra, R. (2020). *Determinación de la eficiencia de un mini panel solar fotovoltaico: una experiencia de laboratorio en energías renovables*. Universidad de la Serena, Chile.
<https://www.scielo.org.mx/pdf/eq/v31n2/0187-893X-eq-31-02-22.pdf>.
- Vega, J. &. (2014). *Fuentes de energía renovables y no renovables*. (1era. ed.). México: Alfa Omega. <https://www.marcialpons.es/libros/fuentes-de-energia-renovables-y-no-renovables/9788426721570/>.
- Vidal, R. (2014). *Evaluación del recurso eólico en la Universidad Tecnológica de Ciudad Juarez*. Centro de Investigación en Materiales Avanzadas. <https://cimav.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1004/685/1/Tesis%20Rafael%20Vidal%20Herrera.pdf>.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

- Llana Espinoza, J. (2025). *Comparación de alternativas de producción de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina)*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH, <https://repositorio.udh.edu.pe/>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELECTRICA USANDO SISTEMAS DE ENERGIAS LIMPIAS (PANELES FOTOVOLTAICOS Y AEROGENERADOR TIPO TURBINA), HUÁNUCO, 2024”

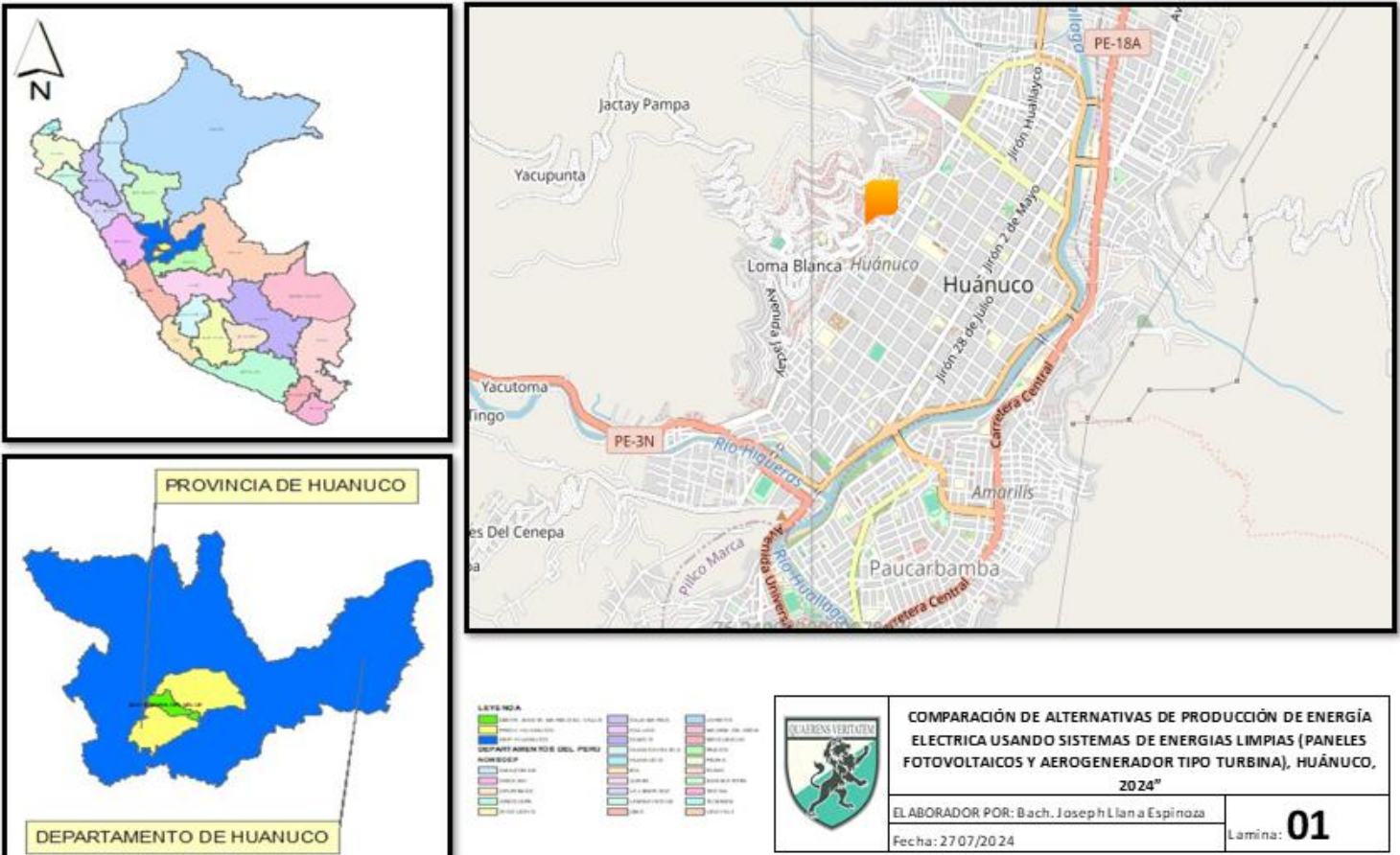
TESISTA: Bach. Joseph A. Llana Espinoza

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA	POBLACIÓN/ MUESTRA
Formulación del problema	Objetivo General	Hipótesis general	<u>Variable independiente</u>			
¿Qué sistema de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), produce mayor cantidad de energía eléctrica, Huánuco, 2024?	Comparar los sistemas de energía limpia (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina), en la producción de energía eléctrica, Huánuco, 2024.	HA: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024 H0: La producción energía eléctrica usando el sistema de paneles fotovoltaicos no es diferente a la producción de energía eléctrica usando el aerogenerador tipo turbina, Huánuco, 2024	Sistema de energías limpias	Tipos de sistemas de energías limpias	Tipo de investigación: Aplicada Enfoque de investigación: Cuantitativo Alcance o nivel de investigación: Explicativo. Diseño de investigación: Experimental	Población: Centro Poblado Santa Rosa Alta, Huánuco, Huánuco. Muestra: 1 punto de muestreo con 16 repeticiones utilizando un sistema completo de panel solar y un sistema completo de aerogenerador tipo turbina. Se instaló en los espacios que cumplan mínimo con las condiciones climatológicas y meteorológicas del lugar.
Problemas específicos	Objetivos específicos		<u>Variable Dependiente</u>			
¿Cuánto de energía eléctrica se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos? ¿Cuánto de energía eléctrica se produce mediante el aerogenerador tipo turbina? ¿Cuál es la mejor hora del día en el que se produce la mayor cantidad de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina)?	- Medir la cantidad de energía eléctrica se produce mediante el sistema de paneles fotovoltaicos - Medir la cantidad de energía eléctrica se produce mediante el aerogenerador tipo turbina - Determinar la mejor hora del día en el que se produce la mayor cantidad de energía eléctrica usando sistemas de energías limpias (paneles fotovoltaicos y aerogenerador tipo turbina)		Producción de energía eléctrica	Energía solar captada		

ANEXO 2

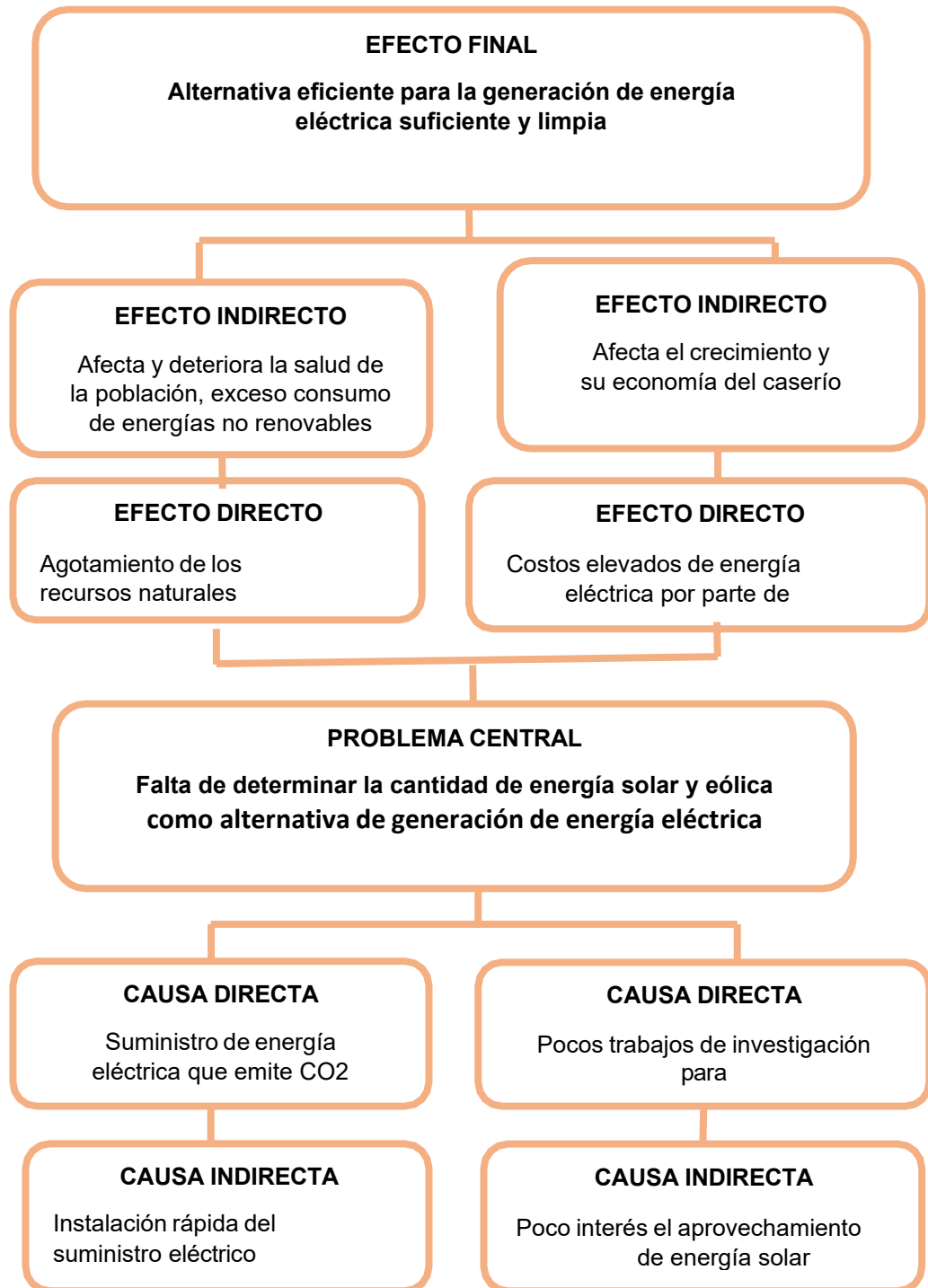
MAPA DE UBICACIÓN

MAPA DE UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIOS



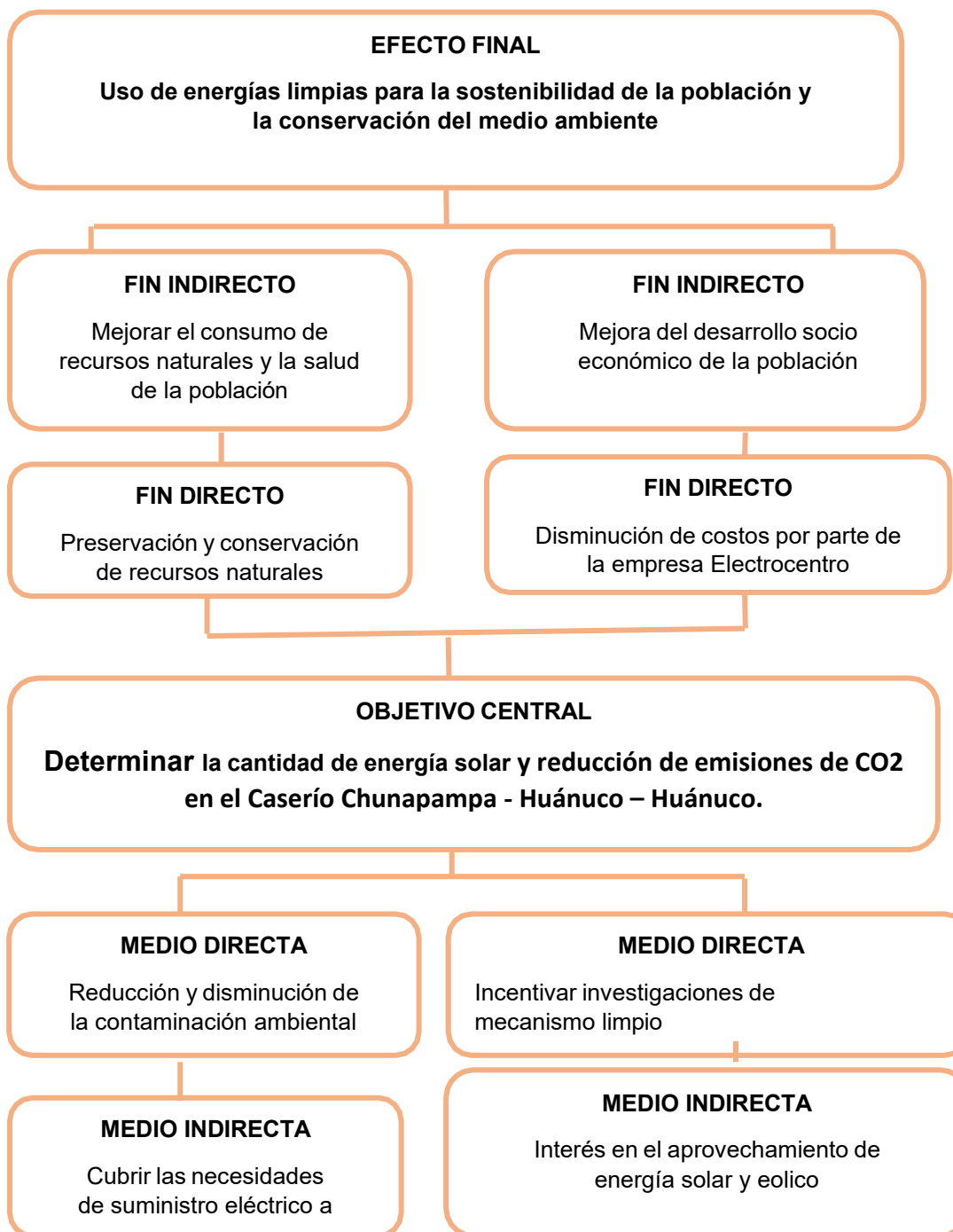
ANEXO 3

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



ANEXO 4

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 5

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

					PANEL SOLAR			AEROGENERADOR					
DIA	HORAS	PROMEDIO DE VELOCIDAD DEL VIENTO	HUMEDAD	TEMPERATURA	PORCENTAJE DE BATERIA INICIA	PORCENTAJE DE BATERIA FIN	GENERACION	PORCENTAJE DE BATERIA INICIA	PORCENTAJE DE BATERIA FIN	GENERACION	OBSERVACION		
	HRS	M/S	%	°C	(VOLTIOS)	(VOLTIOS)	(VOLTIOS)	(VOLTIOS)	(VOLTIOS)	(VOLTIOS)			
26/10/2024	6.AM - 6.PM	4.5	85	13.64	11.2	14.4	3.2	11.1	11.3	0.2	CIELO DESPEJADO		
27/10/2024	6.AM - 6.PM	5.4	72	11.2	11	12.2	1.2	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
28/10/2024	6.AM - 6.PM	4.1	73	11.5	11.5	13.2	1.7	11.1	11.2	0.1	NUBLADO		
29/10/2024	6.AM - 6.PM	5.1	75	12.9	11.2	14	2.8	11.1	11.2	0.1	CIELO DESPEJADO PARCIAL		
30/10/2024	6.AM - 6.PM	4.9	72	12.5	11.1	13.9	2.8	11.1	11.2	0.1	CIELO DESPEJADO PARCIAL		
31/10/2024	6.AM - 6.PM	5.5	73	13.7	11.1	15	3.9	11.1	11.3	0.2	CIELO DESPEJADO		
1/11/2024	6.AM - 6.PM	5.1	70	11.9	11.2	13.3	2.1	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
2/11/2024	6.AM - 6.PM	4.6	94	11.6	11.5	13	1.5	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
3/11/2024	6.AM - 6.PM	4.5	72	11.4	11.1	13.3	2.2	11.1	11.3	0.2	NUBLADO		
4/11/2024	6.AM - 6.PM	4.9	74	11.5	11.3	14.1	2.8	11.1	11.3	0.2	NUBLADO		
5/11/2024	6.AM - 6.PM	5.3	75	11.9	11.4	13.1	1.7	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
6/11/2024	6.AM - 6.PM	5.5	70	11.8	11.2	12.5	1.3	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
7/11/2024	6.AM - 6.PM	5.6	50	13.54	11.3	14.4	3.1	11.1	11.3	0.2	CIELO DESPEJADO		
8/11/2024	6.AM - 6.PM	5.1	82	12.1	11.2	13.4	2.2	11.1	11.4	0.3	NUBLADO		
9/11/2024	6.AM - 6.PM	5.6	87	11.59	11.3	12.5	1.2	11.1	11.3	0.2	NUBLADO		
10/11/2024	6.AM - 6.PM	5.5	85	13.87	11.1	14.3	3.2	11.1	11.3	0.2	CIELO DESPEJADO		

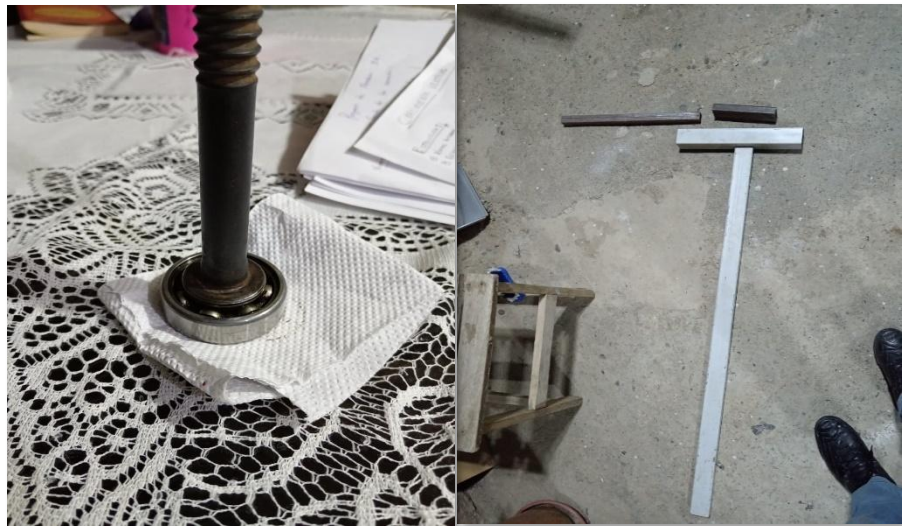
ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO

- **Habilitación del Aerogenerador.**



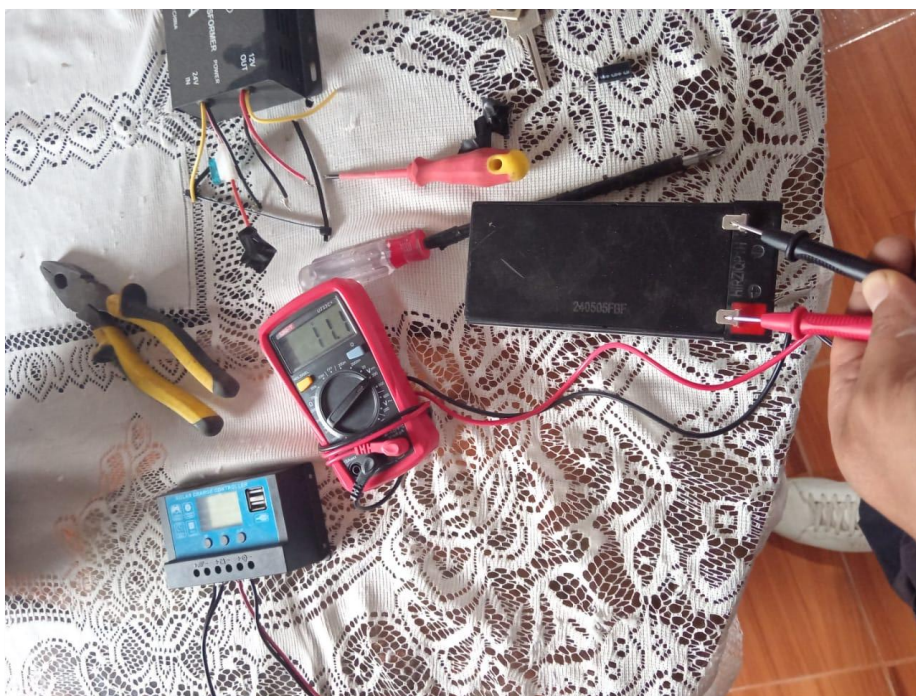
- Se corta tubo de plástico de para las aletas de 60 cm.



- Se habilita estructura para soporte del aerogenerador en modo giratorio con una veleta.



- Se habilita batería y controlador de energía para el aerogenerador para su posterior colocación en la estructura del aerogenerador



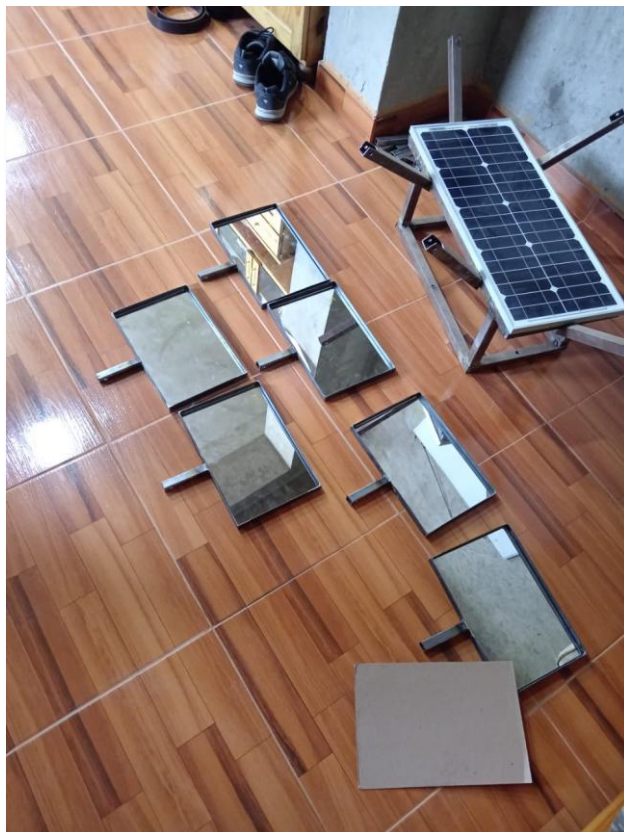
- Se estaciona el aerogenerador con un parante al suelo, estacionado de manera firme, con un tope giratorio en la base para evitar el enredo de los cables



- **Habilitación del Panel solar**



- Se habilita estructura de metal para la base del panel solar y cuadros para la colocación de los espejos, para el panel solar.





- Se colocan los espejos a la base del panel solar.



- Se habilita toda la estructura en la azotea del punto de monitoreo.



- Instalación de la batería y controlador de voltaje al panel solar.



- Verificación de batería descargada para empezar con la carga.



- Instalación completa del panel solar con toda su infraestructura.



- Medición de carga del panel solar.



- Medición de carga del aerogenerador



- Presentación del anemómetro para la medición del viento.



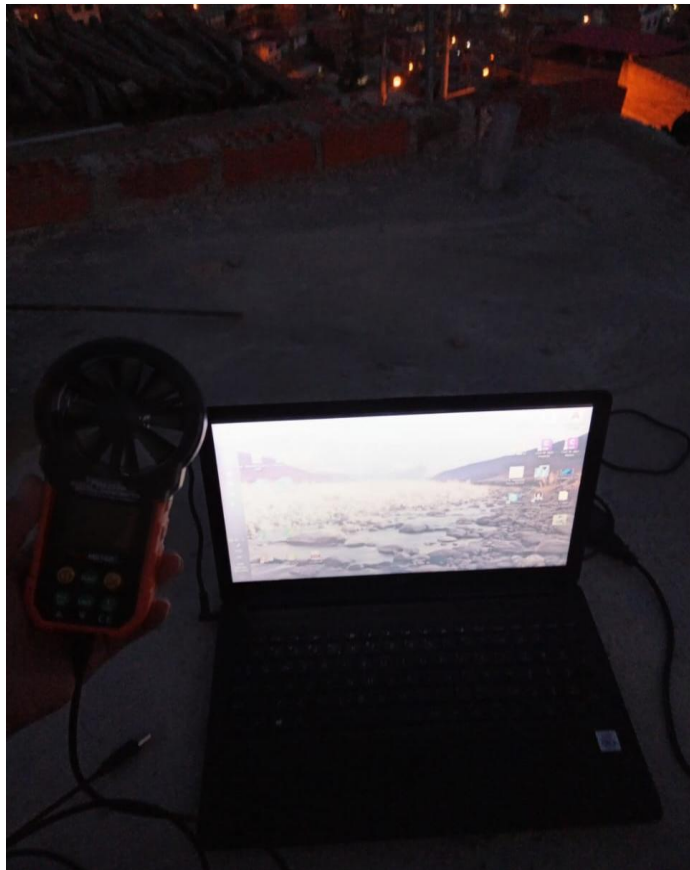
- Instalación del software en la laptop.

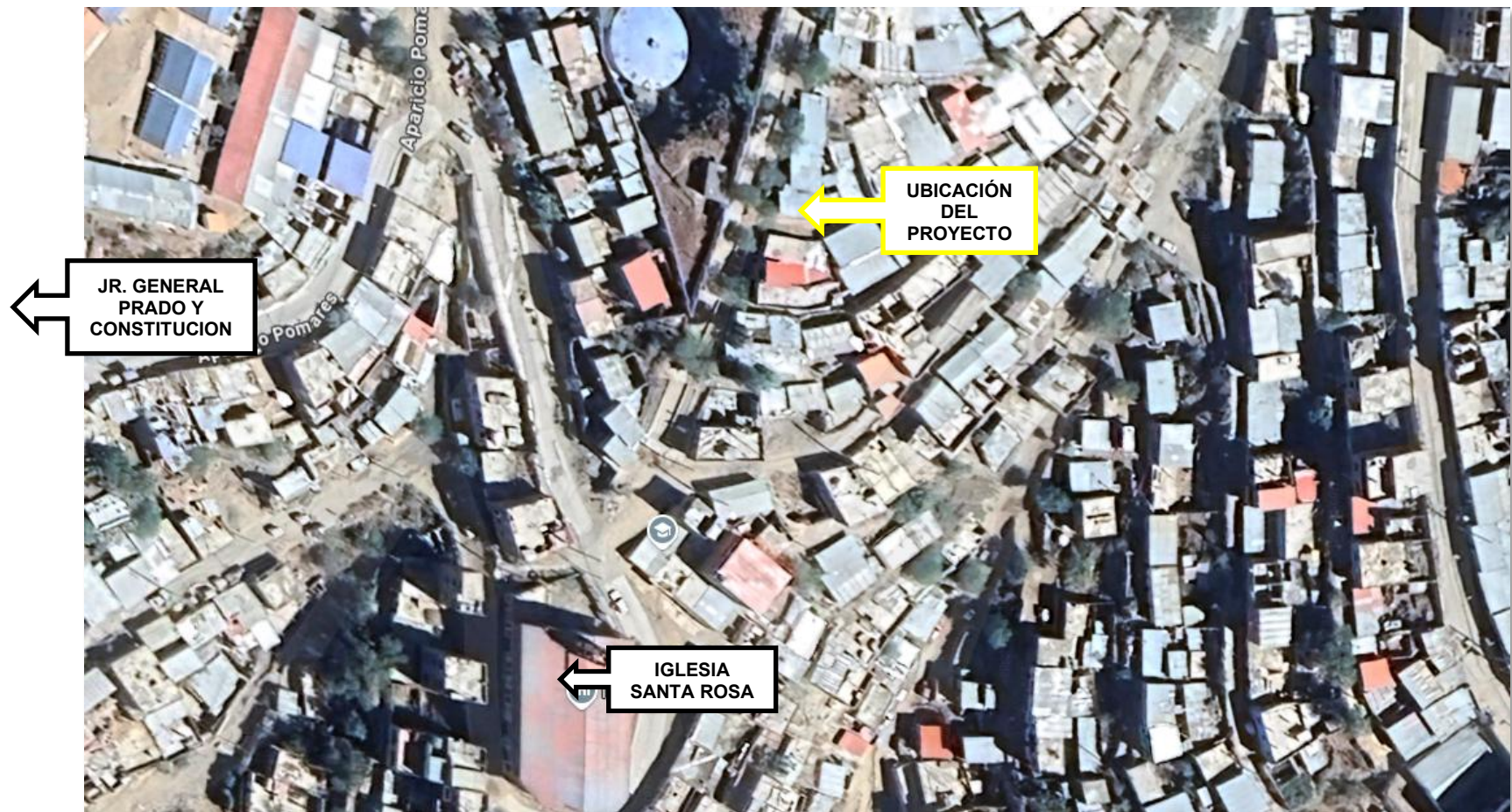


- Medición de velocidad del viento.



- Medición de velocidad del viento en la tarde..





- Vista en planta del lugar de investigación: Pje. Madre mía (Manzana "C"- lote 3), del Asentamiento humano José Carlos Mariátegui, distrito de Huánuco, provincia y departamento de Huánuco.



- Visita al proyecto de investigación de asesor de Tesis; Dr. Héctor Zacarías Ventura y jurado Mg. Milton Morales Aquino, el día 19/10/2024.