

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

FACULTAD DE INGENIERÍA



**UNIVERSIDAD NACIONAL
DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA Y
ELÉCTRICA**

**DISEÑO DE UNA TURBINA EÓLICA PARA GENERACIÓN
DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR GALLINEROS,
SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2024**

**TESIS PARA OPTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

Autor: Bach. Isaias Livia Ticlahuanca

Asesor: Mg. Marco Luis Pérez Silva




Línea de Investigación: Energías renovables

JAÉN – PERÚ

2025

Isaias Livia Ticlahuanca

DISEÑO DE UNA TURBINA EÓLICA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR GALLINEROS, SAN IGNA...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Nacional de Jaen

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3348019269

93 páginas

Fecha de entrega

22 sep 2025, 1:02 p.m. GMT-5

17.776 palabras

Fecha de descarga

22 sep 2025, 1:17 p.m. GMT-5

91.641 caracteres

Nombre del archivo

ISAIAS_LIVIA_TICLAHUANCA_INFORME..pdf

Tamaño del archivo

6.1 MB

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN


Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería




3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN


Dr. Segundo Sánchez Tello
Responsable (e) de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería



"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día Lunes 29 de setiembre del 2025, siendo las 16:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente : Mg. Jaime Odar Honorio Acosta.
Secretario : Mg. Frans Fuentes Maza
Vocal : Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez

Para evaluar la Sustentación del Informe Final:

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

Titulado: **"DISEÑO DE UNA TURBINA EÓLICA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR GALLINEROS, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2024"**.

Presentado por el bachiller: **Isaias Livia Ticlahuanca**, de la Escuela Profesional de INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- (X) Aprobar () Desaprobar (X) Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|--------|
| a) Excelente | 18, 19 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (15) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

Siendo las 17:00 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando con la suscripción de la presente.

Mg. Jaime Odar Honorio Acosta
Presidente Jurado Evaluador

Mg. Frans Fuentes Maza
Secretario Jurado Evaluador

Mg. Jannier Alberto Montenegro Juárez
Vocal Jurado Evaluador

“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”

ANEXO N°06:

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD Y DE NO PLAGIO
DE LA TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (PREGRADO)**

Yo, ISAIAS LIVIA TICLAHUANCA, egresado de la carrera Profesional de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Jaén, identificado (a) con DNI: 73132336.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy Autor del trabajo titulado: “DISEÑO DE UNA TURBINA EÓLICA PARA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR GALLINEROS, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2024”. Asesorado por Mg. Marco Luis Pérez Silva. El mismo que presento bajo la modalidad de tesis para optar; el Título Profesional/Grado Académico de Ingeniero Mecánico y Eléctrico.
2. El texto de mi trabajo final respeta y no vulnera los derechos de terceros, incluidos los derechos de propiedad intelectual. En el sentido, el texto de mi trabajo final no ha sido plagiado total ni parcialmente, para la cual he respetado las normas internacionales de citas y referencias de las fuentes consultadas.
3. El texto del trabajo final que presento no ha sido publicado ni presentado antes en cualquier medio electrónico o físico.
4. La investigación, los resultados, datos, conclusiones y demás información presentada que atribuyo a mi autoría son veraces.
5. Declaro que mi trabajo final cumple con todas las normas de la Universidad Nacional de Jaén.
6. Soy consciente de que el hecho de no respetar los derechos de autor y hacer plagio, es objeto de sanciones universitarias y/o legales.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Nacional de Jaén y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Jaén, 30, octubre del 2025.



ISAIAS LIVIA TICLAHUANCA.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MATERIALES Y MÉTODOS	6
2.1 Población, muestra y muestreo	6
2.2. Variables de estudio.....	6
2.3 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos.....	8
2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos	9
2.5. Procedimientos de recolección de datos	9
2.6. Análisis de datos	12
2.7. Aspectos Éticos.....	12
III. RESULTADOS	13
IV. DISCUSIÓN.....	50
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
DEDICATORIA.....	59
AGRADECIMIENTO	60
ANEXOS.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Ubicación geográfica del estudio</i>	13
Tabla 2. <i>Estadísticos sobre la velocidad del viento y la temperatura</i>	13
Tabla 3. <i>Proyección de consumo eléctrico mensual de un hogar en el sector Gallineros...</i>	16
Tabla 4. <i>Resumen de la demanda energética del sector Gallineros</i>	17
Tabla 5. <i>Cálculos técnicos para el diseño de la turbina eólica en el sector Gallineros</i>	17
Tabla 6. <i>Parámetros de diseño por turbina</i>	19
Tabla 7. <i>Simulación de esfuerzos</i>	38
Tabla 8. <i>Tipos de aspa y características</i>	40
Tabla 9. <i>Costos preliminares de inversión</i>	45
Tabla 10. <i>Costos de instalación y operación</i>	46
Tabla 11. <i>Resumen de costos</i>	46
Tabla 12. <i>Proyección de ingreso anual</i>	47
Tabla 13. <i>Flujo de caja proyectado a 10 años</i>	48
Tabla 14. <i>Evaluación financiera VAN, TIR y Tiempo de Recuperación</i>	48

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo</i>	10
<i>Figura 2. Diagrama de flujo de datos:detalle del procesos de cálculos</i>	11
<i>Figura 3. Velocidad del viento por fecha</i>	14
<i>Figura 4. Temperatura ambiental por fecha</i>	15
<i>Figura 5. Diseño preliminar de la turbina eólica propuesta para el sector Gallineros</i>	20
<i>Figura 6. Plano de ensamblaje turbina eólica</i>	21
<i>Figura 7. Diseño del aspa</i>	22
<i>Figura 8. Diseño del soporte de aspa</i>	23
<i>Figura 9. Diseño del centro rotor</i>	24
<i>Figura 10. Diseño del base motor</i>	25
<i>Figura 11. Diseño de la direccional</i>	26
<i>Figura 12. Diseño del soporte motor</i>	27
<i>Figura 13. Diseño de tapa torre</i>	28
<i>Figura 14. Diseño del eje góndola</i>	29
<i>Figura 15. Diseño del tubo torre</i>	30
<i>Figura 16. Diseño de la base torre</i>	31
<i>Figura 17. Diseño del rotor</i>	32
<i>Figura 18. Diseño de la Góndola 2</i>	33
<i>Figura 19. Diseño de la turbina eólica eje vertical</i>	34
<i>Figura 20. Diseño del rotor general</i>	35
<i>Figura 21. Materiales de ferretería</i>	36
<i>Figura 22. Plano de cableado y sistema eléctrico</i>	37

Figura 23. <i>Diseño cad de turbina eólica de eje horizontal tipo darrieus para la generación de energía en zonas de viento moderado</i>	39
Figura 24. <i>Análisis de esfuerzos Von Mises en turbina eólica – punto de máxima tensión</i>	40
Figura 25. <i>Distribución del Factor de Seguridad en Turbina Eólica (Simulación FEA — SolidWorks)</i>	41
Figura 26. <i>Parámetros técnicos – Generadores ESL-1000, ESL-2000 y ESL2-3000</i>	42
Figura 27. <i>Resultado de Torque del Rotor en el Eje Z – Simulación CFD (Valor Máximo: - 61.974 N·m)</i>	43
Figura 28. <i>Simulación CFD de flujo de viento en turbina eólica, distribución de velocidad eje Z</i>	43
Figura 29. <i>Distribución siete unidades de turbinas eólicas</i>	44

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el potencial eólico y diseñar un sistema de generación eléctrica mediante turbina de eje horizontal para cubrir la demanda del sector Gallineros (San Ignacio, Cajamarca, 2024). La investigación es aplicada, de enfoque cuantitativo y diseño no experimental, con nivel descriptivo y método inductivo. La población se definió por las condiciones geográficas, climáticas y de consumo de ocho viviendas. Se emplearon ficha de análisis meteorológico, registro de consumo y simulaciones estructurales/fluidodinámicas en SolidWorks. El diagnóstico evidenció una velocidad media de 4,05 m/s y una demanda mensual de 1 150,8 kWh. El diseño propuesto fue un rotor de 4,68 m (17,2 m²), ocho aspas, torque 139 Nm y factor de seguridad 3,3 mostró operatividad bajo condiciones locales; se estableció implementar siete aerogeneradores distribuidos para cubrir la demanda. Desde la perspectiva financiera, con una inversión de S/ 57 999 y S/ 8 640 de ingreso al año, el tiempo de recuperación es 6,71 años, el VAN es S/ -9,181.07 y la TIR = 7,19%, por lo que económicamente la propuesta resulta inviable en un horizonte de 10 años. Si bien el proyecto no es viable económicamente, sin embargo, si genera valor público en la comunidad.

Palabras clave: turbina eólica, energética, generación eléctrica, energía.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the wind potential and design a power generation system using a horizontal-axis turbine to meet the demand of the Gallineros sector (San Ignacio, Cajamarca, 2024). The research is applied, with a quantitative approach and a non-experimental design, with a descriptive level and inductive method. The population was defined by the geographic, climatic, and consumption conditions of eight homes. A meteorological analysis sheet, a consumption log, and structural/fluid-dynamic simulations in SolidWorks were used. The diagnosis showed an average speed of 4.05 m/s and a monthly demand of 1,150.8 kWh. The proposed design was a 4.68 m rotor (17.2 m²), eight blades, torque of 139 Nm, and a safety factor of 3.3, which showed operability under local conditions; seven distributed wind turbines were implemented to meet the demand. From a financial perspective, with an investment of S/ 57,999 and an annual income of S/ 8,640, the payback time is 6.71 years, the NPV is S/ -9,181.07, and the IRR = 7.19%, making the proposal economically unviable over a 10-year horizon. While the project is not economically viable, it does generate public value for the community.

Keywords: wind turbine, energy, electricity generation, energy.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la energía eólica ha emergido como una de las fuentes renovables más importantes para la generación de energía eléctrica en la última década. Este tipo de energía se obtiene a partir del viento, aprovechando las corrientes de aire mediante aerogeneradores para convertir la energía cinética en energía eléctrica (Crespo, 2023). La evaluación del potencial eólico dentro de un contexto geográfico es fundamental para diseñar turbinas eólicas y determinar la viabilidad en la implementación de un estudio de energía eólica, según la capacidad eólica dependerá la eficiencia y rentabilidad (McKenna et al., 2022).

En el ámbito internacional, diversos estudios han evaluado el potencial eólico en distintas regiones, proporcionando información valiosa para la planificación y desarrollo de proyectos de energía eólica. En Europa, por ejemplo, un estudio realizado demostró que países como Alemania, España y Dinamarca tienen un alto potencial eólico debido a sus condiciones climáticas y políticas de apoyo a las energías renovables (Brodny et al., 2021). Estas naciones han implementado extensas redes de parques eólicos generando una cantidad significativa de electricidad, y también han impulsado la innovación tecnológica (Laxton, 2019).

Además, un estudio realizado en Argentina, identificó las regiones de la Patagonia y la provincia de Buenos Aires como áreas con alto potencial eólico, debido a sus vientos fuertes y constantes (Vanesa, 2017). Este tipo de estudios son fundamentales para el desarrollo de políticas energéticas que promuevan la inversión en energías renovables y la diversificación de la matriz energética (Zabaloy et al., 2023).

Diversos estudios realizados en el Perú, dan cuenta que la capacidad instalada de energía eólica en el país alcanzó los 409 MW hasta el 2019 según Schmerler et al. (2019); mientras que a finales del 2023, se incrementó a 458.7 MW; mostrando un crecimiento de 47.9 puntos respecto a los años anteriores (Luyo, 2024). Estas cifras representan un aumento significativo en la aplicación de la energía eólica en comparación con los años anteriores. Además, para el año 2026 se espera que el país ejecute quince proyectos eólicos que representan un rendimiento de 3,622 MW provenientes de fuentes de energía eólica (Luyo, 2024).

En ese contexto, los proyectos eólicos que se vienen ejecutando en las regiones como Ica y Piura han contribuido notablemente a la reducción de emisiones de CO₂,

alineándose con los compromisos del país en materia de cambio climático según la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA, 2021).

A nivel local no existen estudios ni proyectos dedicados a la generación de energía eólica, sin embargo, existen el proyecto eólico Duna y Huambos que fueron inaugurados en el año 2021 y que se ubican en la provincia de Chota, región Cajamarca con la finalidad de generar energía limpia y cubrir la demanda de energía eléctrica en el país según la Dirección Regional de Energía y Minas (DREM, 2021).

En la actualidad, el Sector Gallineros del distrito de Huarango, en la provincia de San Ignacio, región Cajamarca, sus pobladores carecen de servicios de energía eléctrica, los factores más resaltantes que se han podido observar son, la falta de voluntad política de sus gobernantes, ya que consideran a este lugar una zona alejada del distrito y con limitado acceso, además de contar con una baja población y ubicación distante a las líneas de distribución; por ello, no tendrían las mismas prioridades de contar con el servicio mediante proyectos de inversión pública.

El sector Gallineros presenta un clima tropical, se caracteriza por ser cálido y húmedo durante todo el año, con temperaturas promedio que oscilan entre los 25°C y 35°C; este tipo de clima presenta estaciones secas y lluviosas; durante la temporada de lluvias, las precipitaciones son intensas y acompañadas de tormentas eléctricas en ciertos casos; los vientos generalmente suelen ser fuertes durante todo el día.

Actualmente esta comunidad está integrada por quince hogares de los cuales siete de ellos se encuentran no habitados, de los ocho hogares habitados sus integrantes se dedican a actividades principalmente agrícolas y ganaderas, además cuentan con niños en edad escolar que por no contar con el servicio básico de energía eléctrica sus actividades y oportunidades de desarrollo son limitados por la falta de oportunidad para el acceso a diversos medios tecnológicos.

Según la problemática ya expuesta se plantea la siguiente pregunta de investigación ¿Cuál es la turbina eólica adecuada para generar energía eléctrica en el Sector Gallineros, San Ignacio, Cajamarca, 2024? y como problemas específicos: ¿Qué potencial eólico presenta el sector Gallineros provincia de San Ignacio región Cajamarca, 2024? ¿Qué turbina eólica se puede diseñar de acuerdo al potencial nominal promedio del viento y la demanda del consumo energético en el sector Gallineros provincia de san Ignacio región Cajamarca, 2024? ¿Se puede comprobar el funcionamiento de la turbina eólica que

cumpla con los parámetros técnicos establecidos por la industria y los organismos reguladores a nivel nacional e internacional? y ¿Se puede comprobar la viabilidad económica y financiera del estudio de diseño de turbina eólica para generación de energía eléctrica en el Sector Gallineros, San Ignacio, Cajamarca, 2024?

De acuerdo con la pregunta de investigación el objetivo principal que se ha planteado en la presente investigación fue Diseñar una turbina eólica para generación de energía eléctrica en el Sector Gallineros, San Ignacio, Cajamarca, 2024.

Los Objetivos específicos propuestos fueron; Evaluar el potencial eólico del sector Gallineros provincia de San Ignacio región Cajamarca, 2024: Diseñar la turbina eólica de acuerdo al potencial nominal promedio del viento y la demanda del consumo energético en el sector Gallineros provincia de san Ignacio región Cajamarca, 2024; Simular la turbina eólica según parámetros técnicos establecidos por la industria y organismos reguladores a nivel nacional e internacional y Evaluar la viabilidad económica y financiera del estudio de diseño de turbina eólica para generación de energía eléctrica en el Sector Gallineros.

Para respaldar estos objetivos y contextualizar la presente investigación, se ha revisado una serie de antecedentes relevantes que abordan estudios similares en distintas regiones del mundo. A nivel internacional, Gómez y Liliana (2024) diseñaron en México una turbina eólica tipo tulipán con anillo difusor, logrando mejorar en un 11.24% su rendimiento a bajas velocidades del viento, con un coeficiente de potencia de hasta 0.0656, concluyendo que esta tecnología es eficaz en zonas de viento moderado. Por su parte, Umesh et al. (2022) en India, analizaron palas con protuberancias mediante simulación CFD, demostrando que la relación de sustentación y arrastre alcanzó 8.5 frente a 1.7 en palas convencionales, lo que evidencia una mejora aerodinámica significativa para contextos de viento limitado.

A nivel nacional, Mejía y Muñoz (2023) propusieron un sistema eólico para el centro poblado de Huaca Prieta, demostrando que con una velocidad media del viento de 8.23 m/s se puede generar hasta 71 100 kWh anuales, abasteciendo a 36 viviendas con indicadores económicos positivos (VAN y TIR). Asimismo, Gonzales y Ruidias (2022) evaluaron el potencial eólico en Julcán, La Libertad, utilizando el método de Weibull con datos de seis años, obteniendo velocidades entre 2.5 y 3 m/s y potencias entre 14 y 22 kW, capaces de cubrir más del 50% del consumo mensual por vivienda.

A nivel regional y local, Briones et al. (2023) desarrollaron en Cajamarca un mini generador eólico para uso doméstico, demostrando que sistemas mini y microeólicos pueden brindar energía básica a viviendas y aportar a la sostenibilidad ambiental. Finalmente, Tineo y Vásques (2024) diseñaron un sistema eólico autónomo para la Hacienda El Potrero, utilizando 14 mini aerogeneradores, logrando una potencia instalada de 8 210 W con una velocidad promedio de 2.21 m/s, validando su viabilidad para satisfacer la demanda eléctrica con una inversión total de S/ 61 241,88.

Estos estudios previos no solo evidencian la aplicabilidad de sistemas eólicos en distintos contextos geográficos, sino que también permiten sustentar teóricamente la presente investigación. En ese sentido, es necesario comprender los fundamentos científicos y técnicos que sustentan el aprovechamiento del recurso eólico, lo cual se desarrolla en el siguiente marco teórico.

La energía eólica es una fuente renovable que convierte la energía cinética del viento en electricidad mediante aerogeneradores, los cuales pueden ser sistemas conectados a red o autónomos (Schmerler et al., 2019). El viento se origina por diferencias térmicas y de presión atmosférica, y su comportamiento varía según la orografía (Castro et al., 2021; Andrade, 2018). Su energía depende del cubo de su velocidad, lo que resalta su valor como recurso energético (Vértiz et al., 2020).

Los aerogeneradores transforman esta energía cinética en mecánica y luego en eléctrica a través del rotor, la caja multiplicadora y el generador (Gonzales & Sánchez, 2019; Domínguez, 2019), utilizando sistemas de control como pitch y stall (Rubio, 2024). Existen modelos de eje horizontal, adecuados para vientos bajos y estructuras simples, y modelos de eje horizontal, más eficientes por su capacidad de orientar las palas al viento (Medina, 2023).

El diseño de las turbinas se desarrolló considerando la mejor alternativa técnica disponible, tomando en cuenta la geometría de las palas y su desempeño aerodinámico (Barona, 2022). En este sentido, el perfil aerodinámico del álabe constituye un factor determinante, ya que su comportamiento se analiza a partir de parámetros como el ángulo de ataque, la longitud de cuerda, el espesor y la capacidad de sustentación (Lucio et al., 2019), lo que permitirá garantizar un funcionamiento eficiente y adecuado a las condiciones de operación. El método BEM, implementado en MATLAB, permite calcular el ángulo de paso óptimo y el rendimiento del perfil (Molinero et al., 2020). Este

diseño debe asegurar estabilidad estructural, rigidez y resistencia a la fatiga por cargas cíclicas (Jacobo et al., 2020).

La eficiencia está limitada por el teorema de Betz, que establece un máximo teórico del 59.26% de aprovechamiento del viento (Gonzales y Ruidías, 2022). Para evaluar el potencial eólico, se requiere recopilar datos meteorológicos fiables, usando estaciones normadas (OMM, 2020) y el Atlas Eólico del Perú (MINEM, 2016), que aporta mapas y promedios regionales.

El análisis del recurso eólico involucra medidas estadísticas básicas como media, moda y desviación estándar, así como la aplicación de la distribución de Weibull, que permite ajustar la probabilidad de ocurrencia de velocidades del viento con mayor precisión (Eraso & Escobar, 2018). Finalmente, la potencia disponible se estima considerando la densidad del aire, la cual varía según la altitud (Gonzales y Ruidías, 2023), siendo un factor clave en la planificación energética.

Considerando estos fundamentos técnicos, se plantea el diseño de una turbina eólica adaptada al sector Gallineros, en San Ignacio, como respuesta a una necesidad energética específica. Esta propuesta cobra relevancia desde cuatro dimensiones clave. Desde un enfoque socioeconómico, el diseño de una turbina eólica para el sector Gallineros permitirá reducir costos frente a la infraestructura eléctrica convencional, disminuir la dependencia de combustibles externos y potenciar la productividad local, generando mejores condiciones de vida. En el ámbito social, el acceso a energía limpia favorecerá la reducción de gastos en los hogares, incrementará el poder adquisitivo y, sobre todo, impulsará la educación y la comunicación, aspectos hoy limitados en la comunidad. Desde la dimensión ambiental, la energía eólica contribuirá a mitigar el cambio climático al sustituir combustibles fósiles, reduciendo emisiones y conservando recursos naturales, a la vez que se garantizará un diseño con bajo impacto en la biodiversidad local. Finalmente, en el plano tecnológico, la adaptación del diseño a las condiciones locales maximizará el aprovechamiento del recurso eólico, fomentará la innovación y promoverá la adopción de energías renovables sostenibles en la región.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Población, muestra y muestreo

Población

La población en estudio estuvo compuesta por las zonas geográficas, los datos meteorológicos y las viviendas que conforman al sector Gallineros, en la provincia de San Ignacio. Según Hernández et al. (2014), la población es el conjunto de elementos que forman parte de un contexto en un momento dado y que pueden estar involucrados en un estudio.

Muestra

La muestra estuvo representada por toda la población en estudio es decir las zonas geográficas, los datos meteorológicos y las viviendas que conforman al sector Gallineros, en la provincia de San Ignacio. La muestra es un segmento o subconjunto de individuos o elementos seleccionados de una población (Hernández et al.,2014).

Criterios de inclusión

- Las zonas geográficas pertenecientes al sector Gallineros
- Datos meteorológicos históricos disponibles desde el 2020-2024
- Viviendas que conforman al sector Gallineros

Criterios de exclusión

- Viviendas no habitadas.

Muestreo

El tipo de muestreo que se aplicó a la investigación es no probabilístico o por conveniencia, en este tipo de muestreo los investigadores deciden a libertad el número de la muestra y, además, identifican quienes pueden ser los informantes (Hernández et al.,2014).

2.2. Variables de estudio

- Variable independiente: Diseño de la turbina
- Variable dependiente: Generación de energía eléctrica

2.2.1 Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Scala de medición	Instrumento
V.I Diseño de la turbina eólica	El diseño de una turbina implica la creación de un dispositivo que convierte la energía cinética del viento o el agua en energía mecánica, que luego se transforma en electricidad. Este proceso incluye la selección de materiales, la configuración aerodinámica de las palas, el diseño del rotor, la torre y la base, y la integración de sistemas de control y generadores eléctricos eficientes. Además, considera aspectos ambientales, de seguridad y económicos para asegurar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto (Hernández-Escobedo et al., 2011).	Para asegurar el diseño de las turbinas en la generación de energía eléctrica, es necesario realizar diversas pruebas para ello en el presente estudio se aplicarán pruebas de selección mediante técnicas de observación, cálculo y simulación, los cuales se realizarán a escala de razón.	Demanda energética	Potencia requerida	Razón	Cuestionario
			Aerodinámica	Diseño de las Palas	Razón	Matlab Solidworks (Factura Anexo 9) Ansys
			Materiales	Selección de Materiales		
			Mecánica y Estructura	Diseño Torre y Fundación Sistema de Giro		
			Generador Eléctrico	Tipo de Generador Capacidad	Razón	Análisis documental
			Normativas	Cumplimiento Normativo		
			Viabilidad económica	Van, Tir, Relación costo beneficio		
V.D. Generación de energía eléctrica	Es el proceso mediante el cual se convierte energía, como la mecánica, térmica o solar, en electricidad. Es la capacidad de generar energía a partir del viento; este análisis incluye la medición de la velocidad y la dirección, la variabilidad temporal y espacial del recurso eólico, y la influencia de factores geográficos y meteorológicos; este proceso corresponde a la planificación y desarrollo de proyectos de energía eólica (Álvarez, 2006).	Para generar energía eléctrica a partir del viento es necesario evaluar el potencial energético eólico en un determinado proyecto es necesario evaluarlos mediante indicadores, en el presente estudio serán evaluadas por equipos realizando trabajo de campo, además serán procesadas y analizadas mediante fichas de análisis documental, los cuales se abordarán mediante escala de razón	Recurso Eólico	Velocidad del viento Frecuencia y distribución Dirección del viento	Razón	Anemómetro integral Barómetro Termómetro GPS Bases de datos histórica
			Condiciones Meteorológicas	Dirección del viento Presión atmosférica Temperatura		
			Topografía y Geografía	Relieve y Obstáculos Altura sobre el Nivel del Mar		

2.3 Método, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

2.3.1 Materiales

Se utilizó los siguientes equipos e instrumentos para trabajo de campo: anemómetro integrado para medir la velocidad del viento y la dirección; un barómetro para medir la presión atmosférica; un termómetro para medir la temperatura del aire y un GPS para determinar las coordenadas.

Además, fue necesario realizar trabajo de gabinete para ello se necesitará de software de diseño y simulación y además se debe tener acceso a base de datos eólicos online.

2.3.2 Métodos

Tipo de investigación

La investigación fue aplicada, según Hernández et al. (2014), se orienta hacia la generación de conocimientos con un propósito práctico e inmediato, buscando resolver problemas específicos que afectan a un grupo social, una organización o una comunidad. En este caso se está proponiendo el diseño de un sistema de generación eólico para el suministro de energía de la población del sector Gallineros.

Enfoque de investigación

En el presente estudio los datos recolectados correspondieron a una investigación con enfoque cuantitativo porque la información a recopilar, procesar y analizar fue de tipo numérico, bajo escala de razón. Este tipo de enfoque busca medir y cuantificar datos de variables de manera objetiva, se aplica mayormente para estudios que requieren generalización de resultados y análisis (Hernández et al.,2014).

Diseño de investigación

El estudio fue abordado, bajo el diseño no experimental y longitudinal. No experimental, porque no se manipularon ninguna variable, es decir estas fueron observadas en el mismo estado natural en la que se encuentran. Además, el estudio es longitudinal porque las mediciones en parte fueron tomadas en distintos periodos de tiempo para cada unidad de análisis (Hernández et al.,2014).

Nivel de investigación

Según el nivel de profundidad, el estudio fue descriptivo y exploratorio; es descriptivo porque permitió la recopilación y análisis de datos sobre las condiciones del viento en el

sector Gallineros, además porque permitió la descripción de las características geográficas y meteorológicas del área. Es exploratorio porque permitió la identificación de las posibles ubicaciones para las turbinas eólicas y también explorar las actitudes y percepciones de los residentes locales respecto al proyecto de energía eólica.

Método de investigación

El método principal que se aplicó en el presente estudio fue el deductivo, ya que partió de principios generales para llegar a conclusiones específicas, aplicando leyes y teorías conocidas a situaciones particulares (Hernández et al., 2014). Es decir, se estudiaron la energía eólica, las leyes físicas del viento y las normas de diseño, con el propósito de llegar a una conclusión concreta sobre el problema investigado mediante la observación. Asimismo, se recopilaron datos históricos sobre la velocidad del viento y se analizaron las zonas geográficas más adecuadas para la implementación y diseño de una turbina eólica.

2.4. Técnica e instrumento de recolección de datos

En la presente investigación se emplearon técnicas de observación y encuesta, utilizando como instrumentos la ficha de recolección de datos meteorológicos y un cuestionario aplicado a los moradores del sector Gallineros (anexo 2). La encuesta fue aplicada a 8 jefes de hogar del mencionado sector, de estas 3 se encuentran adjuntas en el presente estudio (anexo 11) y 5 de ellas no autorizaron su publicación. Dichos instrumentos fueron previamente validados por profesionales de la especialidad con grado de maestría y doctorado.

2.5. Procedimientos de recolección de datos

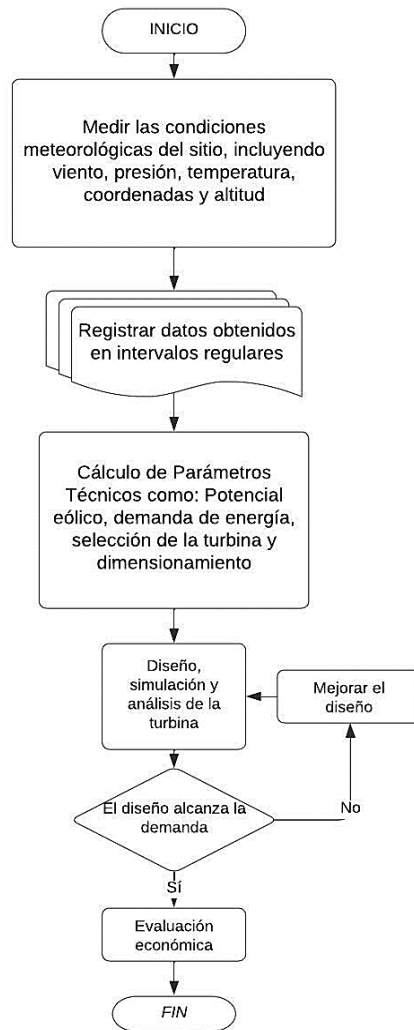
Para el desarrollo de la presente investigación, en primer lugar, se obtuvo el permiso correspondiente del teniente gobernador del sector Gallineros. Posteriormente, se establecieron los objetivos del estudio y se definió el marco teórico que sustentó las variables de investigación.

Las mediciones se efectuaron en la comunidad de Gallineros, provincia de San Ignacio, utilizando anemómetros para el registro de la velocidad del viento a la altura de instalación del sensor. El levantamiento de información se realizó tres días por semana durante ocho meses, en dos horarios diurnos: de 08:00 a 12:00 y de 14:00 a 17:00 (hora local). Este esquema buscó capturar la variabilidad intra-diurna (mañana y tarde) para

obtener una muestra temporalmente robusta a lo largo de varios meses, favoreciendo la representación de patrones estacionales del régimen de vientos en el área de estudio. En cada horario se efectuaron registros a intervalos regulares, consolidando series de tiempo continuas por jornada. Previo a su análisis, los datos fueron verificados y depurados para identificar valores atípicos atribuibles a interferencias o fallas puntuales de medición, preservando la consistencia interna de las series. Con este protocolo se garantizó la trazabilidad de la información y la comparabilidad entre días y semanas, proporcionando una base empírica suficiente para el posterior cálculo de indicadores estadísticos y estimaciones energéticas del recurso eólico. A continuación, se detallan los procedimientos seguidos, representados en el diagrama de flujo:

Figura 1.

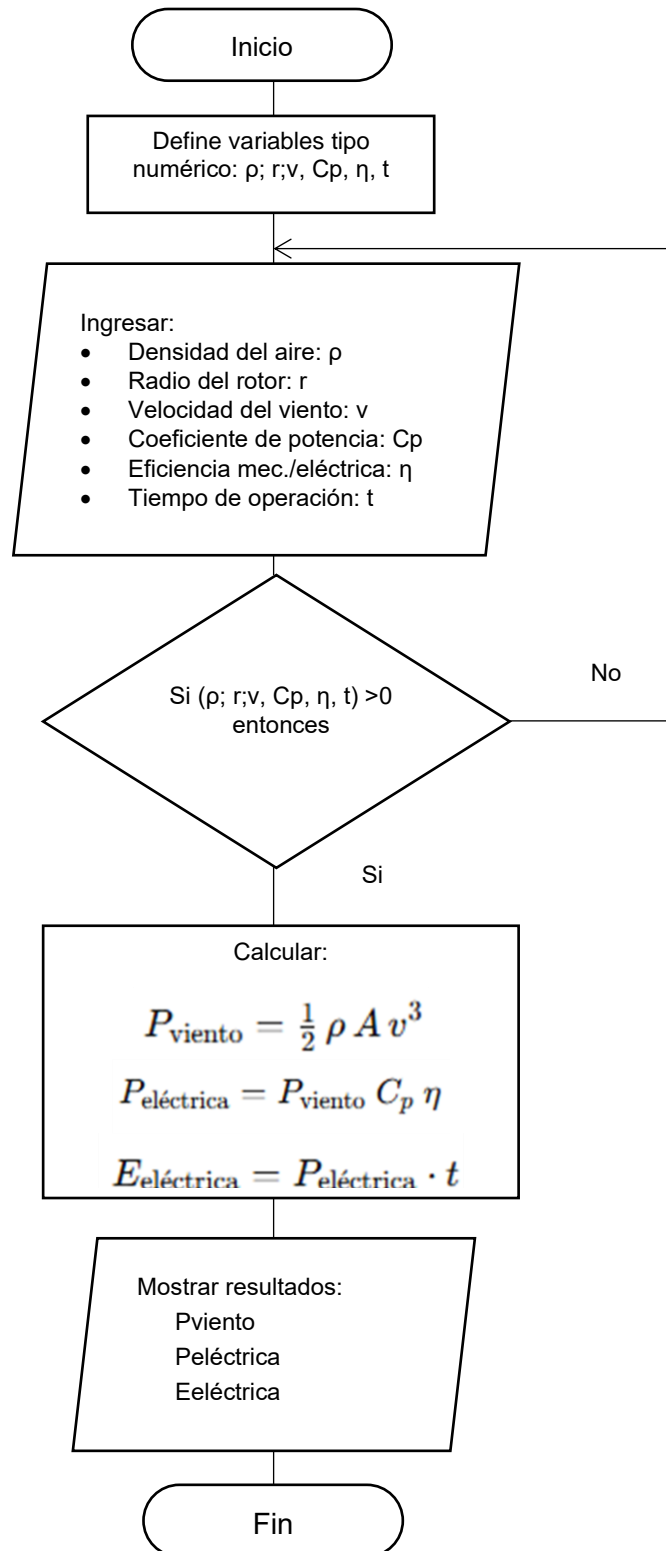
Diagrama general de flujo -DFD



Nota. El diagrama es producto del análisis de los procesos a realizar en la ejecución del proyecto

Figura 2.

Diagrama de flujo de datos: detalle del procesos de cálculos



Nota. Elaboración propia, proceso lógico de cálculo

2.6. Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron procesados mediante estadística descriptiva, la cual consistió en el cálculo de la mediana, moda, promedio, así como de la frecuencia relativa y absoluta. Esta información fue previamente organizada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel® y, posteriormente, exportada y analizada utilizando el programa estadístico SPSS versión 25. Los resultados se presentaron mediante gráficos y tablas, según correspondiera, para facilitar su análisis. Esta información permitió al investigador interpretar los datos a través de la observación y llegar a conclusiones tanto específicas como generales.

2.7. Aspectos Éticos

En este trabajo se tomaron en consideración las siguientes cuestiones éticas: en primer lugar, los datos obtenidos de la población estudiada fueron utilizados exclusivamente con fines investigativos; no se recopilaban datos adicionales que no estuvieran vinculados al cumplimiento de los objetivos del estudio. Asimismo, los nombres de los informantes no figuraron en la base de datos bajo ninguna circunstancia. Solo participaron en el estudio aquellos informantes que firmaron el consentimiento informado.

Durante la investigación se respetaron principios éticos como la justicia y la autonomía. Los datos proporcionados por los informantes no fueron difundidos por ningún medio. Además, toda la información utilizada en este estudio fue adecuadamente referenciada, respetando los derechos de autor.

III. RESULTADOS

3.1. *Evaluar el potencial eólico del sector Gallineros provincia de San Ignacio región Cajamarca, 2024*

Tabla 1. *Ubicación geográfica del estudio*

Datos	Valor
Latitud	5,260904214587459° S
Longitud	78,7202740950614° W
Altitud	1493,6 m s. n. m.
Número de días evaluados	213 días

Nota. Datos obtenidos de Google Earth

Según la tabla 1, la zona de estudio se localizó en el sector Gallineros, provincia de San Ignacio, región Cajamarca, con coordenadas geográficas de 5,2609° de latitud sur y 78,7203° de longitud oeste. La altitud registrada fue de 1493,6 metros sobre el nivel del mar. Estas condiciones geográficas permiten contextualizar adecuadamente el comportamiento del recurso eólico, ya que la altitud influye en variables como la presión atmosférica y la densidad del aire, fundamentales en la estimación del potencial energético. El período de evaluación comprendió 213 días consecutivos, garantizando una base de datos representativa para el análisis estadístico de la velocidad del viento.

Tabla 2. *Estadísticos sobre la velocidad del viento y la temperatura*

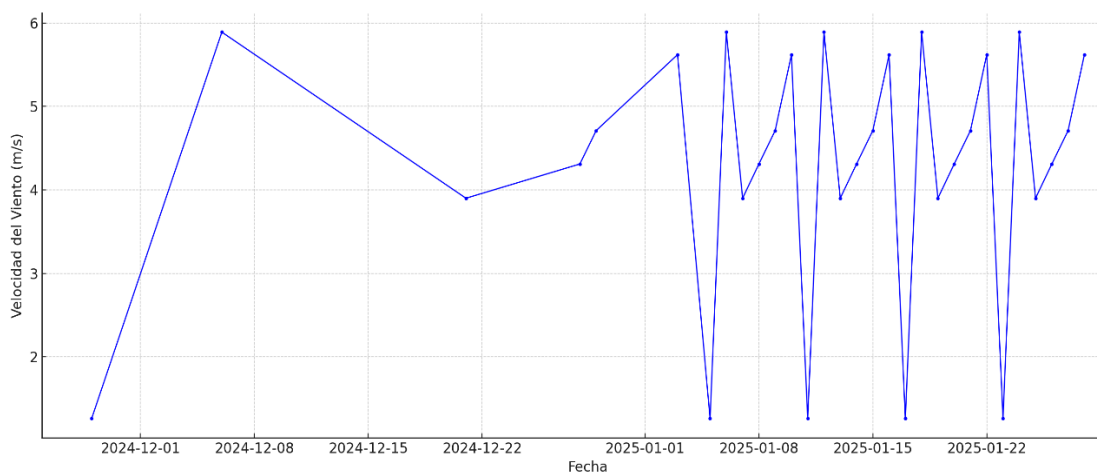
Estadística	Velocidad de viento	Temperatura
Media	4,0425	26,5990
Mediana	4,3100	26,9100
Moda	4,05	26,91
Desv. Desviación	1,48178	1,78089
Varianza	2,196	3,172
Rango	4,63	6,07
Mínimo	1,26	23,07
Máximo	5,89	29,14

Nota. Datos obtenidos a partir de las mediciones mediante Anemómetro.

Los resultados estadísticos obtenidos en la tabla 2, permiten caracterizar el comportamiento del recurso eólico y la temperatura ambiental en el sector Gallineros durante el periodo evaluado. La velocidad del viento presentó un valor medio de 4,0425 m/s, una mediana de 4,31 m/s y una moda también de 4,31 m/s, lo que indica una distribución relativamente simétrica y centrada en ese valor. La desviación estándar fue de 1,48178 m/s, evidenciando una dispersión moderada en los datos. El viento más lento registrado fue de 1,26 m/s, mientras que el valor máximo alcanzó los 5,89 m/s, con un rango total de 4,63 m/s, lo que evidencia una variabilidad apreciable a lo largo de los 213 días analizados.

Respecto a la temperatura, se observó una media de 26,5990 °C, una mediana de 26,9100 °C y una moda coincidente (26,91 °C), lo cual sugiere una distribución levemente sesgada pero relativamente estable. La desviación estándar fue de 1,78089 °C, con valores mínimos y máximos de 23,07 °C y 29,14 °C, respectivamente, indicando un rango de variación de 6,07 °C.

Figura 3. *Velocidad del viento por fecha*

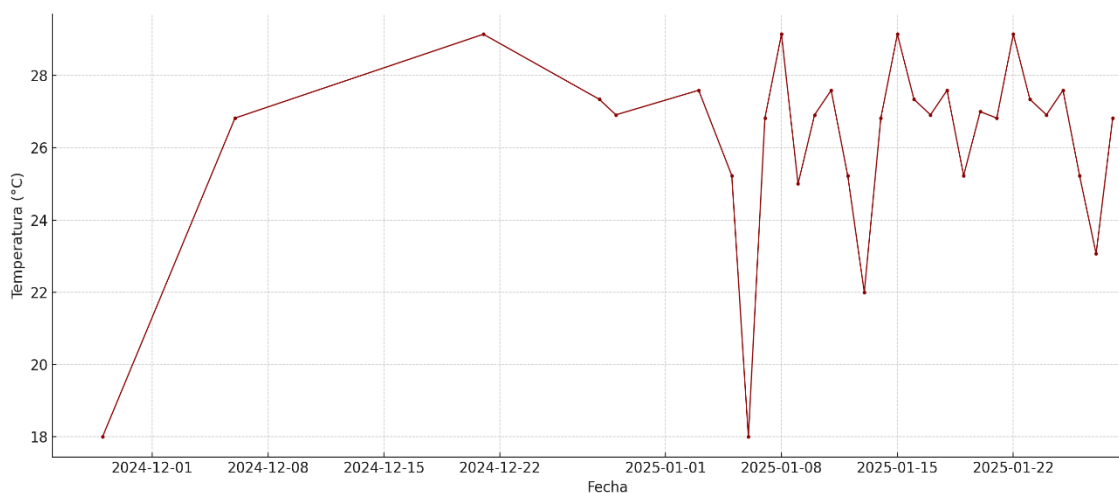


Nota. Datos procesados a partir de las mediciones mediante Anemómetro.

La serie de velocidad del viento en el sector Gallineros (noviembre de 2024–julio de 2025) muestra un comportamiento cíclico y relativamente estable dentro del intervalo 1,26–5,89 m/s. La mayor densidad de registros se concentra entre 3 y 5 m/s, en concordancia con los estadísticos centrales previamente obtenidos (media: 4,05 m/s; mediana y moda: 4,31 m/s). Se observan picos recurrentes próximos a 5,62–5,89 m/s alternados con mínimos cercanos a 1,26 m/s, evidenciando una variabilidad moderada del recurso. La frecuencia de valores intermedios ($\approx 4,31$ – $4,71$ m/s) sugiere una estabilidad

operativa favorable para turbinas de pequeña a mediana escala. Además, no se identifican periodos prolongados por debajo de 2 m/s, lo que indica disponibilidad continua del recurso y baja intermitencia. En términos de proyecto, esta regularidad respalda la viabilidad técnica y operativa de sistemas eólicos adaptados a las condiciones locales de Gallineros; la evaluación económica privada, sin embargo, debe analizarse por separado.

Figura 4. *Temperatura ambiental por fecha*



Nota. Datos procesados a partir de las mediciones mediante Anemómetro.

El análisis de la figura 4 muestra que la temperatura ambiental en el sector Gallineros, durante el periodo comprendido entre noviembre de 2024 y julio de 2025, muestra un comportamiento moderadamente estable, con valores que oscilan entre un mínimo de 18 °C y un máximo de 29,14 °C. La mayor concentración de registros se sitúa en el rango de 26 a 28 °C, lo cual indica una condición climática predominantemente cálida y estable en la zona.

Se observan, sin embargo, descensos puntuales hacia los 17–18 °C, que representan anomalías térmicas en determinados días. Estas caídas podrían estar asociadas a variaciones meteorológicas estacionales o a microclimas locales. A pesar de estas fluctuaciones, no se evidencian cambios bruscos sostenidos, lo que permite afirmar que la temperatura mantiene un patrón regular a lo largo del periodo analizado.

Desde una perspectiva técnica, la estabilidad térmica constituye un factor relevante para la viabilidad de sistemas de generación eólica, ya que temperaturas constantes en este rango no afectan de manera significativa la eficiencia ni la vida útil de los equipos. En este sentido, los resultados del análisis de temperatura complementan el estudio de la

velocidad del viento, aportando un contexto ambiental integral para la implementación de turbinas en el sector Gallineros.

Tabla 3. *Proyección de consumo eléctrico mensual de un hogar en el sector Gallineros*

Aparato Eléctrico	Cantidad	Potencia (W)	Horas de Uso Diario	Consumo Diario (Wh)	Consumo mensual (kWh)
Refrigerador	01	200	18	3600	108
Televisor	01	80	4	320	9.6
Computadora	01	100	5	500	15
Puntos de iluminación LED	02	05	6	60	1.8
Cargador de teléfono	01	5	3	15	0.45
Radio o equipos de sonido	01	50	2	100	3
Otros	01	100	2	200	6

Nota. Datos procesados a partir de la encuesta aplicada a los pobladores del sector

Las horas de uso diario se establecieron en base al diagnóstico energético de la comunidad, considerando el tiempo de funcionamiento promedio de cada equipo según las necesidades básicas de los pobladores, contrastado con referencias técnicas de proyectos de electrificación rural MEF (2011) y con entrevistas realizadas a la población en el sector Gallineros

En ese contexto en la tabla 3 se muestra la proyección de consumo eléctrico mensual en el sector Gallineros evidencia una demanda energética total aproximada de 143,85 kWh al mes, basada en el uso cotidiano de diversos aparatos eléctricos. El electrodoméstico con mayor requerimiento energético es el refrigerador, con un consumo diario estimado de 3600 Wh, lo que representa 108 kWh mensuales, equivalente al 75% del consumo total proyectado, debido a su uso continuo durante las 24 horas del día.

Otros dispositivos relevantes son la computadora y el televisor, con consumos mensuales de 15 kWh y 9,6 kWh respectivamente, resultado de usos diarios de 5 y 4 horas. Los puntos de iluminación LED, a pesar de su eficiencia, aportan un consumo de 1,8 kWh mensuales, dado su uso cotidiano durante 6 horas. El resto de dispositivos, como el cargador de teléfono, radios o equipos de sonido y otros aparatos, suman un total combinado de 9,45 kWh, reflejando consumos menores, pero no despreciables.

Dado el carácter eminentemente rural y agrícola de la comunidad en estudio, y su relativa lejanía de la ciudad, el uso de ciertos equipos eléctricos de uso doméstico (p. ej., plancha eléctrica, horno) es inexistente. En atención a esta realidad, se excluyeron del análisis por no corresponder al perfil de consumo efectivo de la población.

3.2. Diseñar la turbina eólica de acuerdo al potencial nominal promedio del viento y la demanda del consumo energético en el sector Gallineros provincia de san Ignacio región Cajamarca, 2024.

Tabla 4. Resumen de la demanda energética del sector Gallineros

Parámetro	Valor
Número de hogares evaluados	8 hogares
Consumo promedio por hogar	143.85 kWh/mes
Demanda total mensual estimada	143.85 X 8 hogares = 1,150.8 kWh/mes

Nota. Datos procesados a partir de la encuesta aplicada a los pobladores del sector

En la tabla 4, se muestra el análisis energético del sector Gallineros revela una demanda mensual total de 1 150.8 kWh para ocho hogares, con un consumo promedio de 143,85 kWh por vivienda.

Tabla 5. Cálculos técnicos para el diseño de la turbina eólica en el sector Gallineros

Etapas del Cálculo	Descripción	Fórmula / Datos	Resultado
Conversión de la demanda mensual a diaria	La demanda mensual se divide entre 30 días (promedio mensual).	1150.8 kWh / 30 días Donde: 1150.8 kWh = demanda mensual total de 8 hogares. 30 días = promedio de días del mes.	38.36 kWh/día
Potencia promedio requerida por hora	La demanda diaria se divide entre 24 horas.	38.36 kWh / 24 h Donde: 38.36 kWh = demanda diaria. 24 h = horas del día.	1.60 kW
Ajuste por eficiencia real del sistema (35%)	Se ajusta la potencia por pérdidas (coeficiente de potencia y eficiencia eléctrica-mecánica).	1.6 kW / 0.35 Donde: 1.6 kW = potencia promedio por hora. 0.35 = eficiencia global del sistema (coeficiente de potencia + pérdidas).	4.5 kW
Estrategia de diseño	Se propone el uso de 7 turbinas en lugar de una sola de gran tamaño. Cada turbina se dimensiona con área de rotor de 17.2 m ² .	$P = 0.5 \times \rho \times A \times V^3 \times C_p$ Donde: P = potencia generada (W). ρ = densidad del aire (1.225 kg/m ³). A = área del rotor (17.2 m ²). V = velocidad del viento (4.05 m/s). C _p = coeficiente de potencia (0.35).	245 W por turbina

Producción mensual por turbina	Se multiplica la potencia de una turbina por las horas de un mes.	$E = P \times t = 245 \text{ W} \times 24 \text{ h} \times 30 \text{ días}$ Donde: E = energía mensual (kWh). P = potencia promedio de la turbina (245 W). t = tiempo de operación (720 h al mes).	176.4 kWh/mes
Producción mensual total (7 turbinas)	Energía total generada por el sistema de 7 turbinas.	$ET = 176.4 \text{ kWh/mes} \times 7$ Donde: ET = energía total mensual. 176.4 kWh/mes = energía por turbina. 7 = número de turbinas instaladas.	1234.8 kWh/mes
Cobertura de la demanda	Se compara la energía generada con la demanda comunitaria.	$C = 1234.8 / 1150.8 \times 100$ Donde: C = porcentaje de cobertura de la demanda. 1234.8 kWh = producción total de 7 turbinas. 1150.8 kWh = demanda mensual de 8 hogares.	107 % (demanda cubierta)

Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la tabla 5 se presentan los cálculos técnicos efectuados a partir de una demanda comunitaria de 1150.8 kWh/mes y una velocidad promedio del viento de 4.05 m/s. El análisis inicial indicó que la potencia nominal promedio requerida es de 1.60 kW y, considerando una eficiencia global del 35%, se establece que el sistema debe alcanzar una generación efectiva de 4.5 kW.

Sin embargo, dimensionar una sola turbina para cubrir esta potencia demandaría un rotor de gran envergadura (≈ 20 m de diámetro), lo cual resultaría inviable técnica y económicamente en el contexto de la comunidad de Gallineros. Por esta razón, se optó por un diseño alternativo compuesto por 7 turbinas de menor tamaño, cada una con un rotor de 4.68 m de diámetro y un área barrida de 17.2 m², capaces de producir aproximadamente 245 W de potencia individual.

El conjunto de las siete turbinas genera en total 1234.8 kWh/mes, lo que representa un 107% de la demanda comunitaria. De esta manera, el sistema cubre de forma integral las necesidades energéticas de los ocho hogares, incorporando además un margen de seguridad para variaciones de viento o incrementos futuros en el consumo.

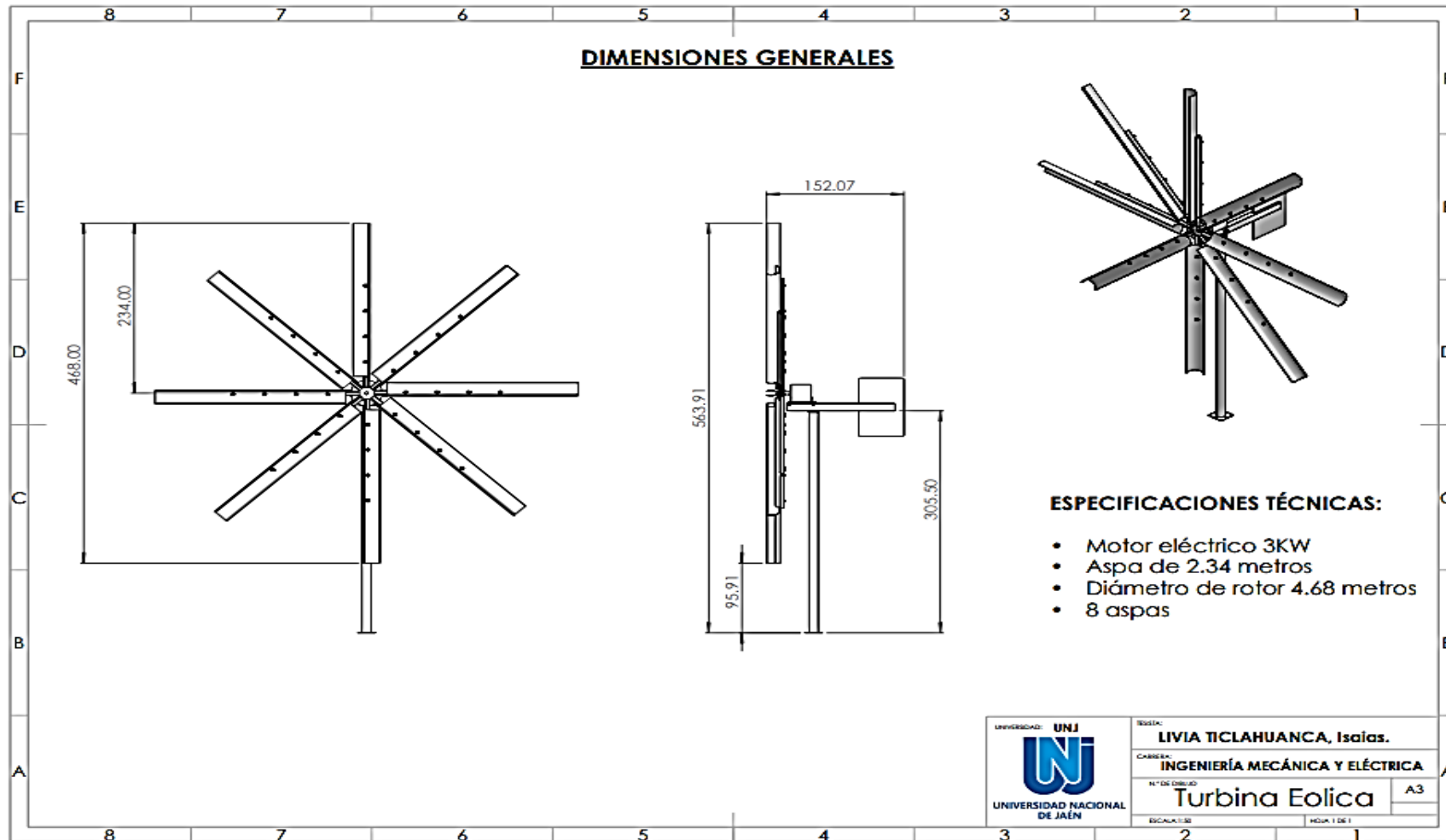
Tabla 6: *Parámetros de diseño por turbina*

Parámetro	Valor
Demanda mensual de energía	1150,75 kWh
Demanda diaria promedio	38,36 kWh/día
Velocidad promedio del viento	4,05 m/s
Horas operativas efectivas por día	24 horas (valor estimado)
Eficiencia global del sistema	35% (considerando rendimiento combinado)
Potencia requerida por hora	3,2 kW
Área del rotor necesaria	17,2 m ²
Radio del rotor	2,34 m
Diámetro del rotor	4,68 m

Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la tabla 6, se presentan los parámetros confirman la viabilidad técnica del diseño propuesto. La turbina será capaz de cubrir la demanda energética mensual del sector Gallineros bajo las condiciones locales del viento.

Figura 5. Diseño preliminar de la turbina eólica propuesta para el sector Gallineros.

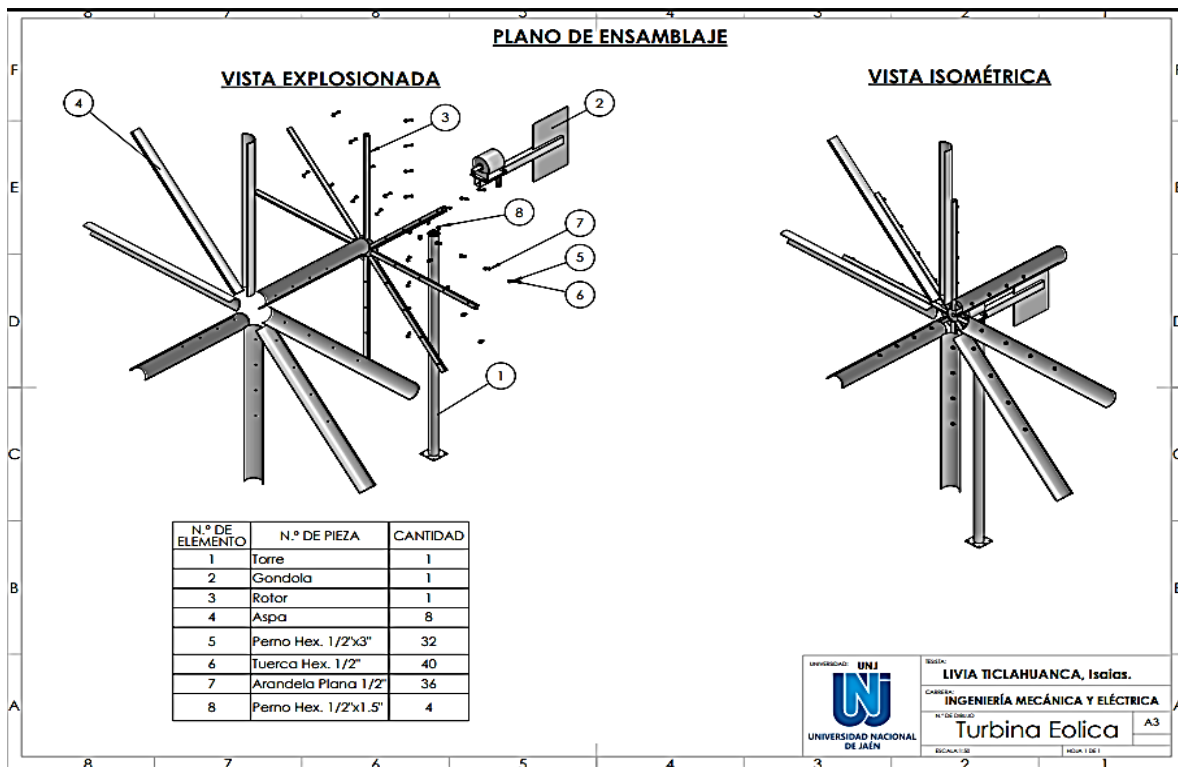


Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

La figura 5, presenta el plano técnico de una turbina eólica en formato A3, mostrada en proyección ortogonal con tres vistas principales. En la vista superior se distinguen ocho aspas dispuestas radialmente, con un radio de 2,34 metros y un diámetro total de 4,68 metros, lo que define el área barrida por el rotor. La vista lateral revela una altura total de 5,49 metros y una separación de 1,52 metros desde el eje central hasta el soporte. La vista isométrica permite apreciar la disposición tridimensional de las aspas, el soporte y elementos adicionales.

La estructura consta de un eje central que une las aspas mediante un buje, con palas rectangulares perforadas para reducir peso o facilitar el montaje aerodinámico. Se apoya en un soporte tubular vertical con base cuadrada y un brazo lateral que sostiene un posible generador o carcasa protectora. El diseño, de eje horizontal y aspas distribuidas radialmente, busca maximizar el par de arranque para operar eficientemente con vientos de baja a media velocidad.

Figura 6. Plano de ensamblaje turbina eólica

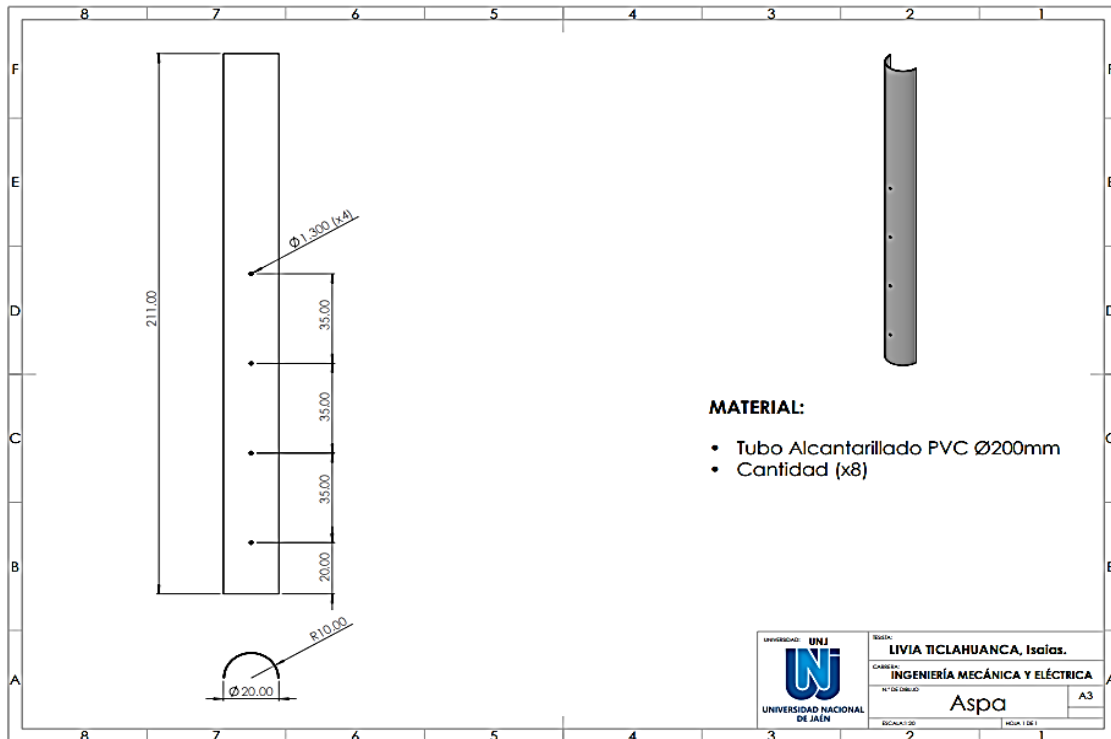


Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

Según la figura 6, el plano de ensamblaje presenta dos vistas: vista explosionada y vista isométrica de una turbina eólica. En la vista explosionada se muestran los componentes

separados para evidenciar la forma de ensamblaje: torre (1), góndola (2), rotor (3), aspas (4), pernos hexagonales (5 y 8), tuercas hexagonales (6) y arandelas planas (7). La vista isométrica muestra la turbina completamente armada. En la parte inferior se encuentra la tabla de materiales, donde se detallan el número de elemento, número de pieza y la cantidad requerida para el montaje

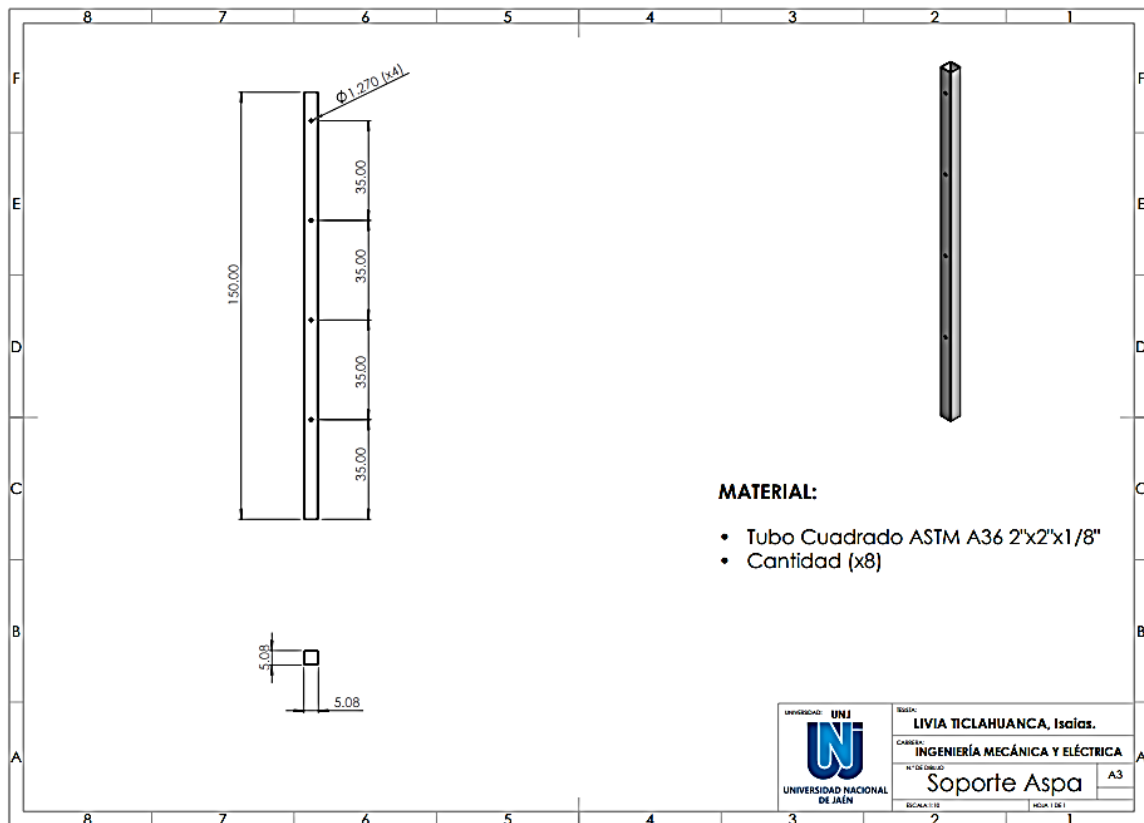
Figura 7. *Diseño del aspa*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

De acuerdo con la figura 7, en el dibujo se observa la vista en proyección 2D con cotas (longitud total de 211 mm, perforaciones de Ø13 mm espaciadas cada 35 mm y un radio final de 10 mm con perforación Ø20 mm) y la vista 3D isométrica de la pieza terminada. En la especificación de materiales se indica: Material: Tubo de alcantarillado PVC Ø200 mm. Cantidad: 8 unidades. Este plano permite definir las dimensiones y perforaciones necesarias para la fabricación de las aspas, que son los componentes principales encargados de captar la energía cinética del viento en la turbina.

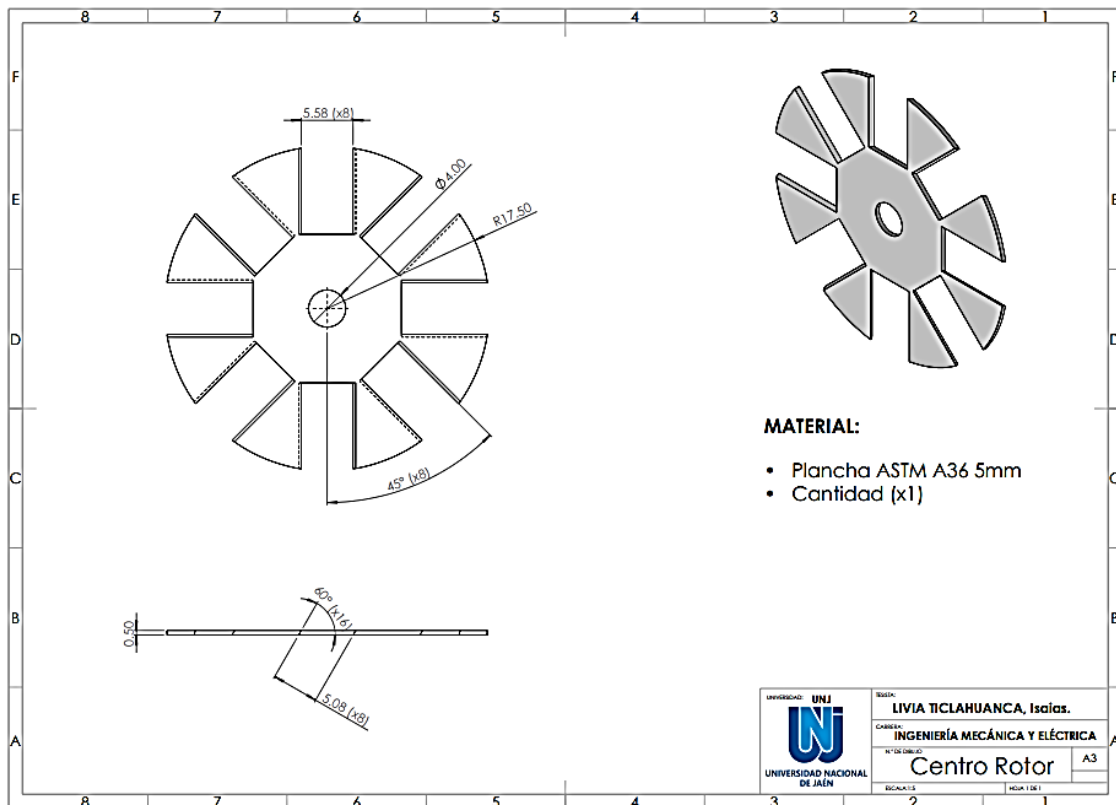
Figura 8. *Diseño del soporte de aspa*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 8, el plano corresponde al soporte del aspa de la turbina eólica, elaborado en tubo cuadrado ASTM A36 de 2"x2"x1/8", con una longitud total de 150 mm, perforaciones de Ø12.70 mm distribuidas cada 35 mm y sección transversal de 5.08 x 5.08 cm; se requieren 8 unidades en total. En la lámina se aprecia la vista en proyección 2D con cotas y la vista isométrica en 3D, que permiten visualizar tanto las dimensiones como la forma final de la pieza, cuya función principal es unir y sostener las aspas al rotor, garantizando la estabilidad mecánica del sistema.

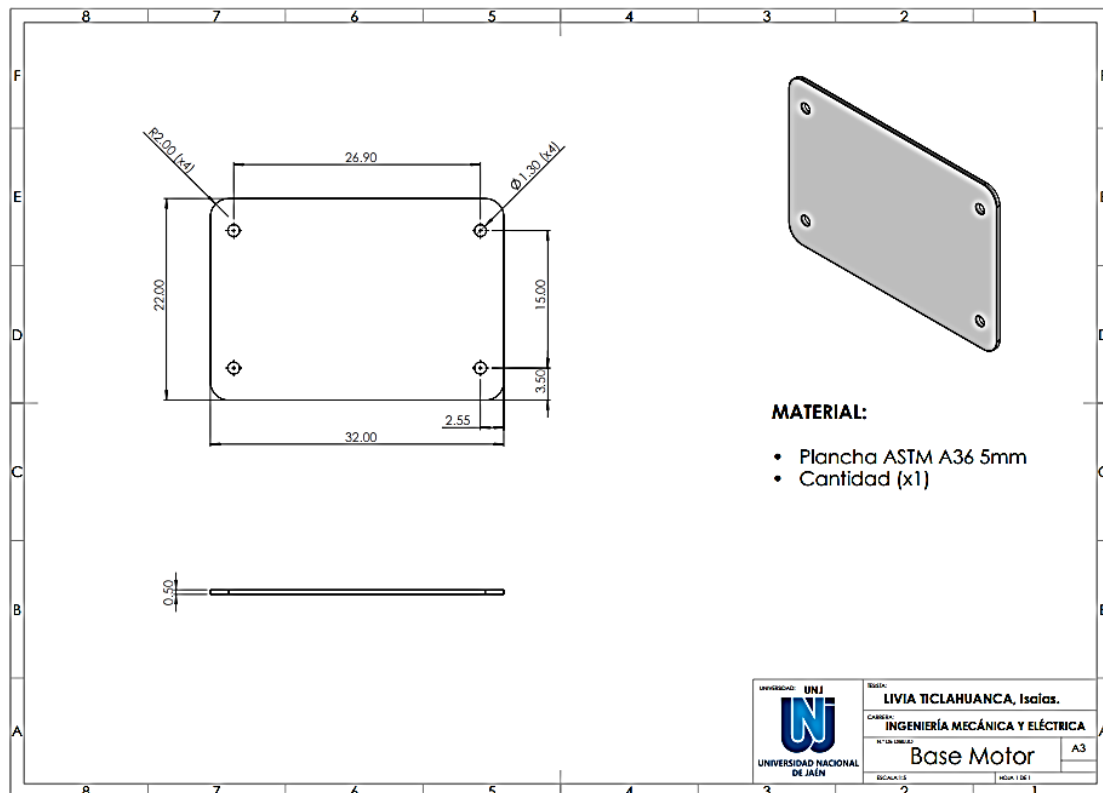
Figura 9. *Diseño del centro rotor*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 9, el plano corresponde al centro rotor de la turbina eólica, fabricado en plancha ASTM A36 de 5 mm de espesor, con una cantidad de 1 unidad. La pieza presenta un diseño circular con ocho ranuras equidistantes a 45°, cada una con ancho de 5.58 mm y radio de 17.5 mm, además de un orificio central de Ø14 mm para el eje. En la lámina se muestran la vista superior con cotas, la vista lateral donde se aprecia el espesor y la vista isométrica en 3D, lo que permite visualizar con claridad las dimensiones y geometría de la pieza encargada de soportar y fijar las aspas al sistema de rotor.

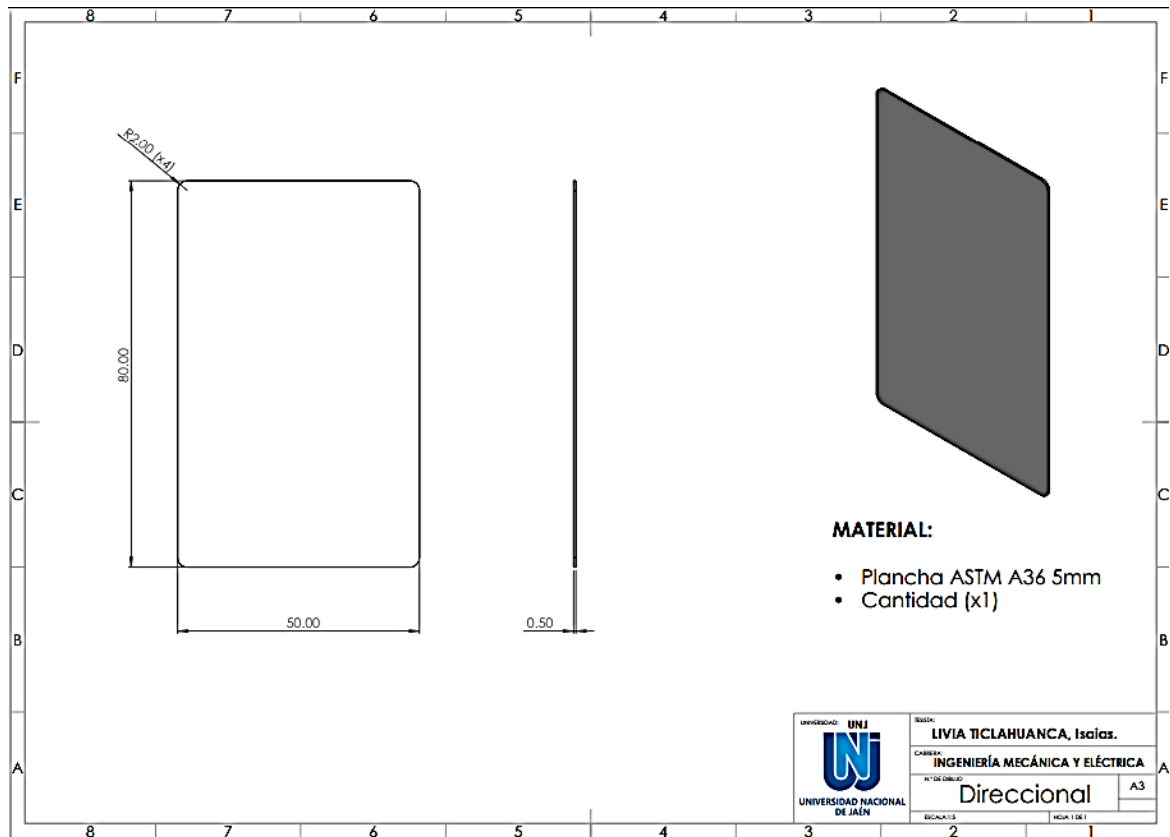
Figura 10. Diseño del base motor



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

El plano que se observa en la figura 10, corresponde a la base del motor de la turbina eólica, fabricada en plancha ASTM A36 de 5 mm de espesor, con una cantidad de 1 unidad. La pieza es de forma rectangular con dimensiones de 320 mm x 220 mm, presenta cuatro orificios de Ø13.9 mm ubicados en las esquinas y un radio de 20 mm en las aristas para redondear los bordes. En la lámina se muestran la vista superior acotada, la vista lateral que evidencia el espesor y la vista isométrica en 3D, lo que permite apreciar con claridad la geometría de la placa cuya función principal es servir de soporte para la fijación del motor a la estructura.

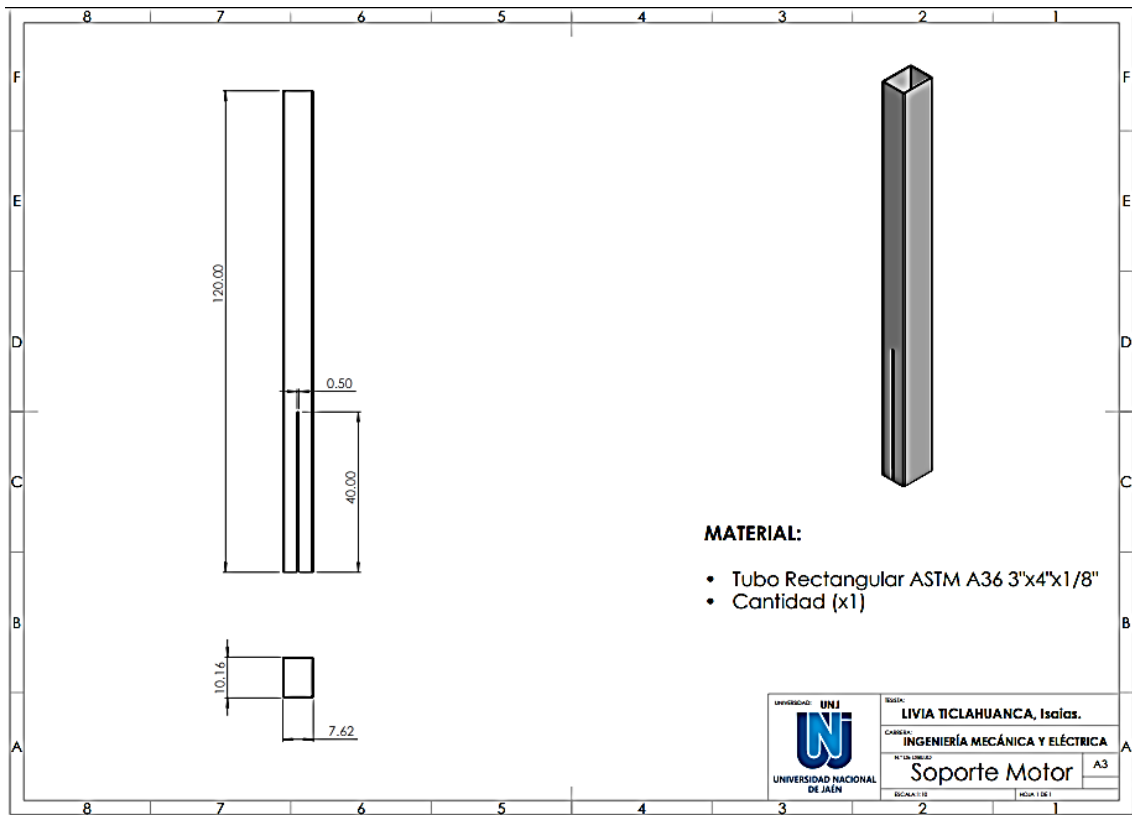
Figura 11. *Diseño de la direccional*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 11, el plano corresponde a la pieza direccional de la turbina eólica, fabricada en plancha ASTM A36 de 5 mm de espesor, con una cantidad de 1 unidad. La geometría es rectangular con dimensiones de 800 mm de alto por 500 mm de ancho y esquinas redondeadas con radio de 20 mm. En la lámina se incluyen la vista frontal acotada, la vista lateral que muestra el espesor y la vista isométrica en 3D, lo que permite apreciar con claridad la forma y proporciones de la pieza, cuya función principal es orientar la turbina frente a la dirección del viento para optimizar el aprovechamiento energético.

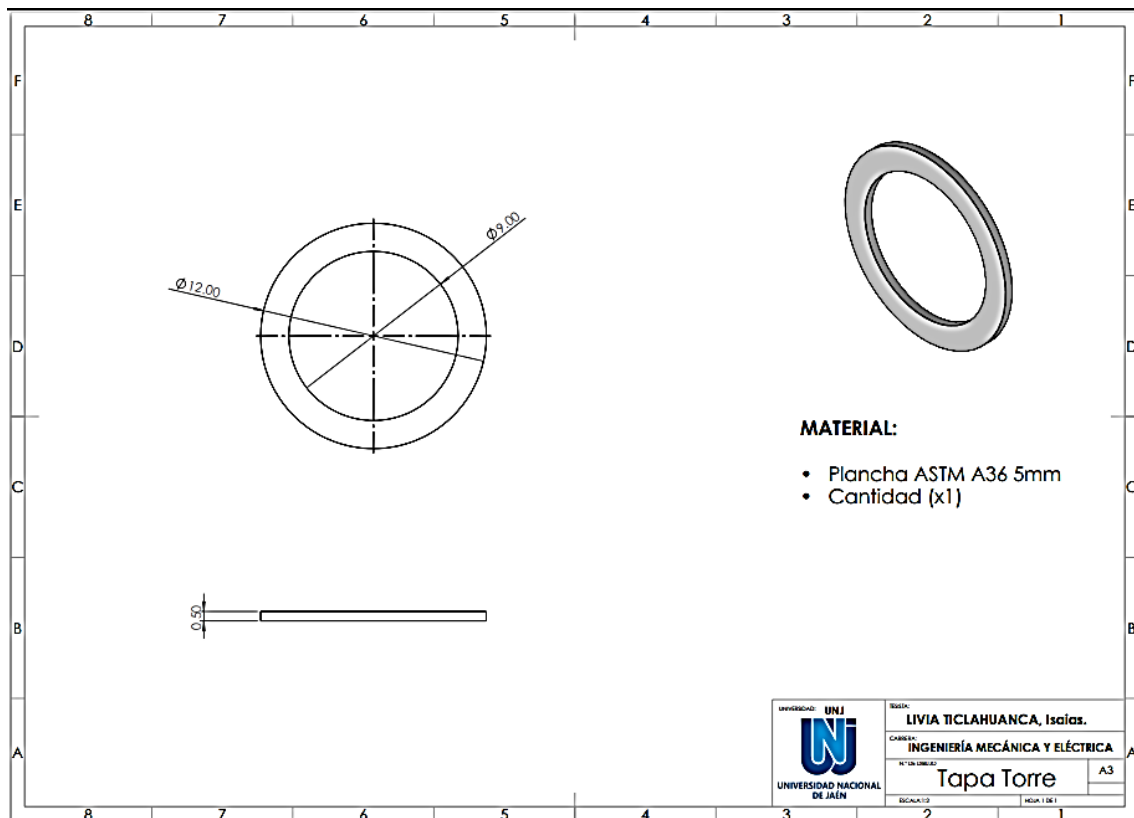
Figura 12. *Diseño del soporte motor*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 12, el plano corresponde al soporte del motor de la turbina eólica, fabricado en tubo rectangular ASTM A36 de 3"x4"x1/8", con una cantidad de 1 unidad. La pieza tiene una longitud total de 1200 mm y un vaciado longitudinal de 400 mm con espesor de 5 mm en una de sus caras, lo que permite el acoplamiento y fijación del motor a la estructura. En la lámina se presentan la vista frontal acotada, la vista de sección transversal (7.62 x 10.16 cm) y la vista isométrica en 3D, mostrando con claridad las dimensiones y la geometría de este componente estructural que cumple la función de brindar soporte y estabilidad al sistema de generación.

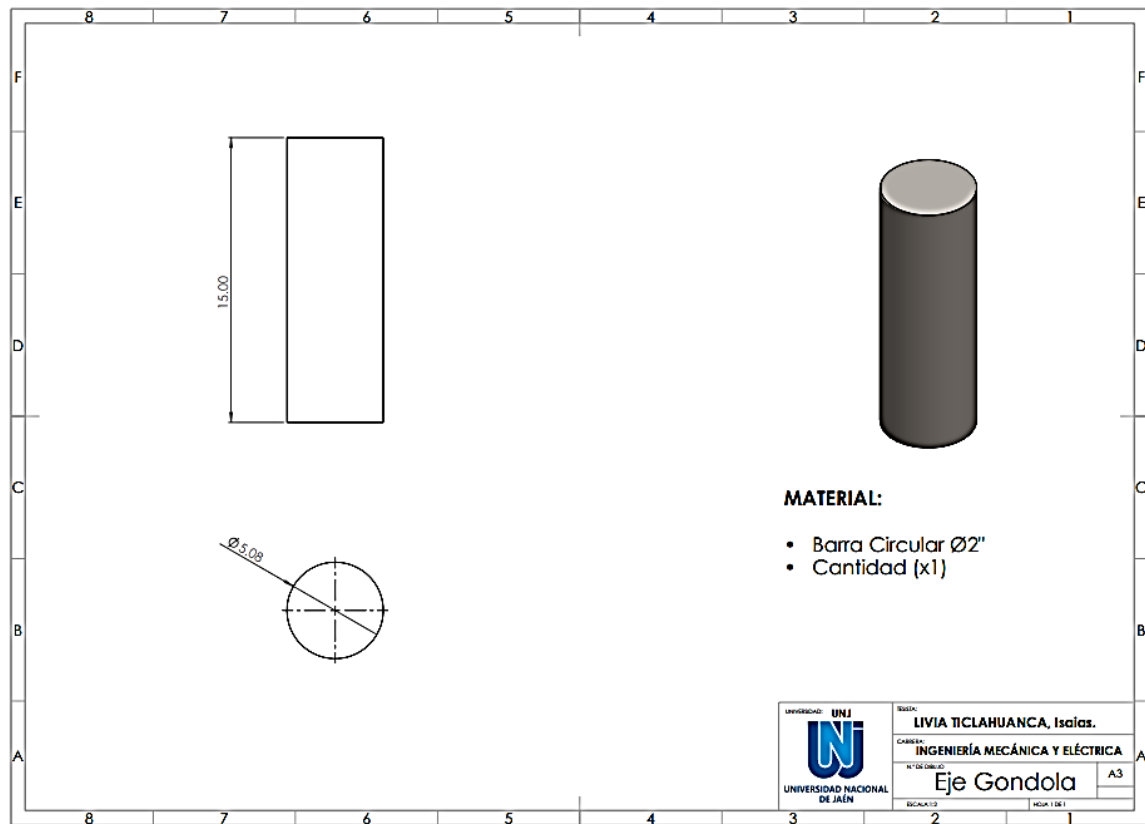
Figura 13. *Diseño de tapa torre*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 13, se observa el plano que corresponde a la tapa de la torre de la turbina eólica, fabricada en plancha ASTM A36 de 5 mm de espesor, con una cantidad de 1 unidad. La pieza tiene forma circular con diámetro exterior de 120 mm y diámetro interior de 90 mm, lo que genera un aro metálico que sirve de cierre y refuerzo en la parte superior de la torre. En la lámina se presentan la vista frontal con cotas, la vista lateral que muestra el espesor de la pieza y la vista isométrica en 3D, permitiendo visualizar con claridad su geometría y función estructural de proteger y reforzar el extremo de la torre donde se acopla la góndola.

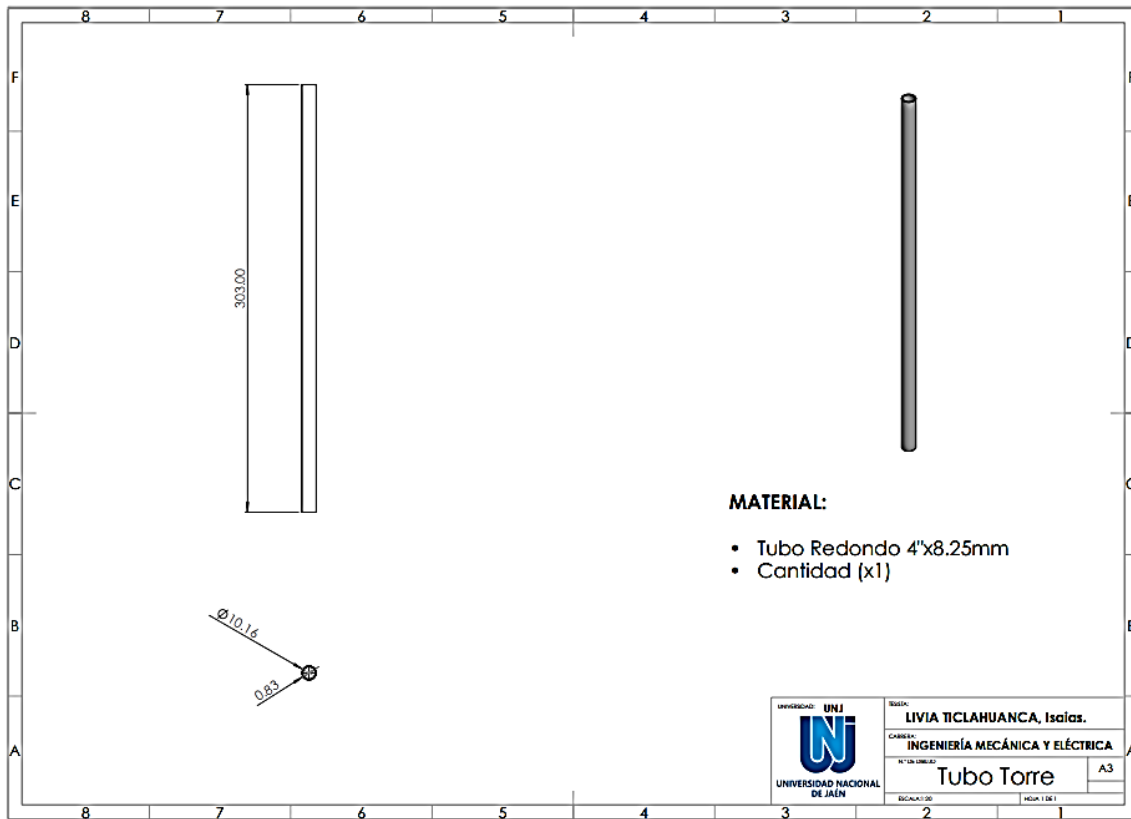
Figura 14. *Diseño del eje góndola*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 14, se observa el plano que corresponde al eje de la góndola de la turbina eólica, fabricado en barra circular de acero con diámetro de 2" y una longitud de 150 mm, con una cantidad de 1 unidad. La pieza presenta un orificio central de $\text{Ø}5.08$ mm, lo que facilita su acoplamiento con otros componentes del sistema. En la lámina se muestran la vista frontal acotada, la vista superior en sección circular y la vista isométrica en 3D, lo que permite observar de manera clara la geometría y dimensiones del componente cuya función principal es transmitir el movimiento y servir de soporte en la unión de la góndola con el rotor.

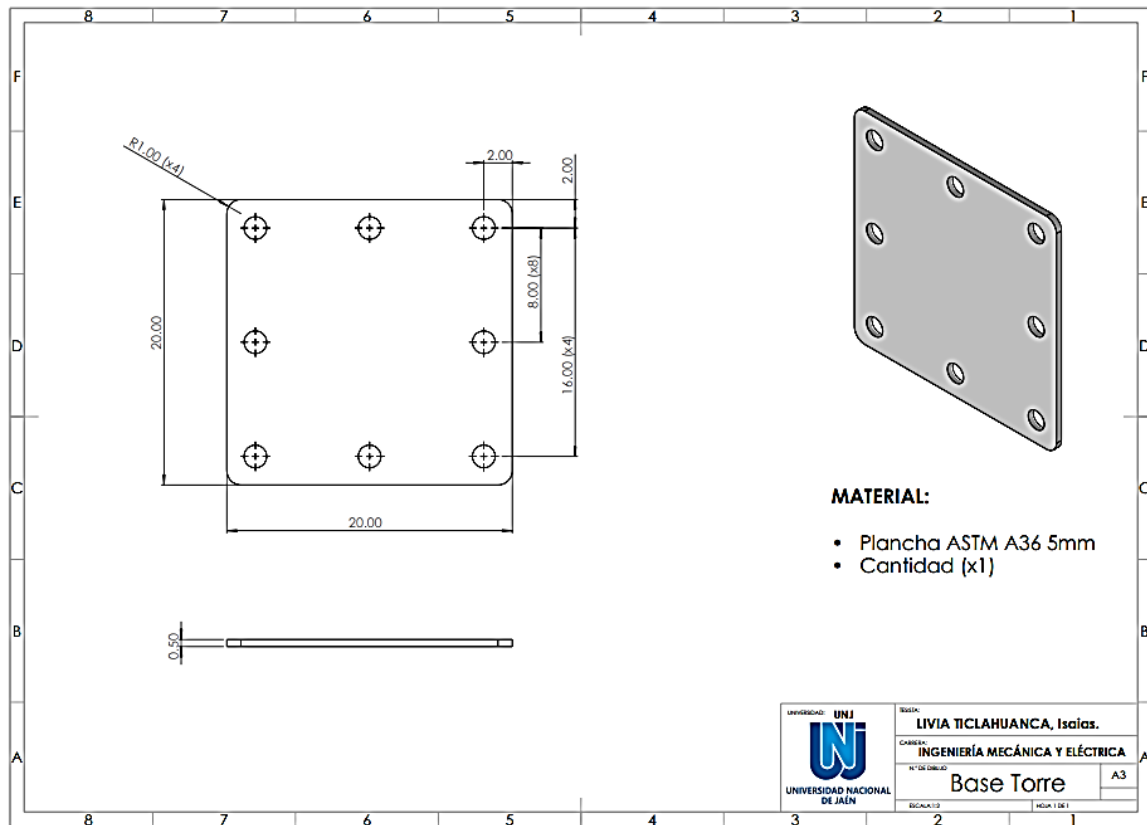
Figura 15. *Diseño del tubo torre*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 15, el plano corresponde al tubo de la torre de la turbina eólica, fabricado en tubo redondo de 4" con espesor de 8.25 mm, con una cantidad de 1 unidad. La pieza presenta una longitud total de 3000 mm y un diámetro exterior de 101.6 mm, lo que le otorga la resistencia necesaria para sostener el sistema. En la lámina se incluyen la vista frontal acotada, la vista en sección circular que muestra el espesor de pared y la vista isométrica en 3D, evidenciando la geometría y proporciones de este componente estructural cuya función principal es servir de soporte vertical para la góndola, el rotor y las aspas de la turbina.

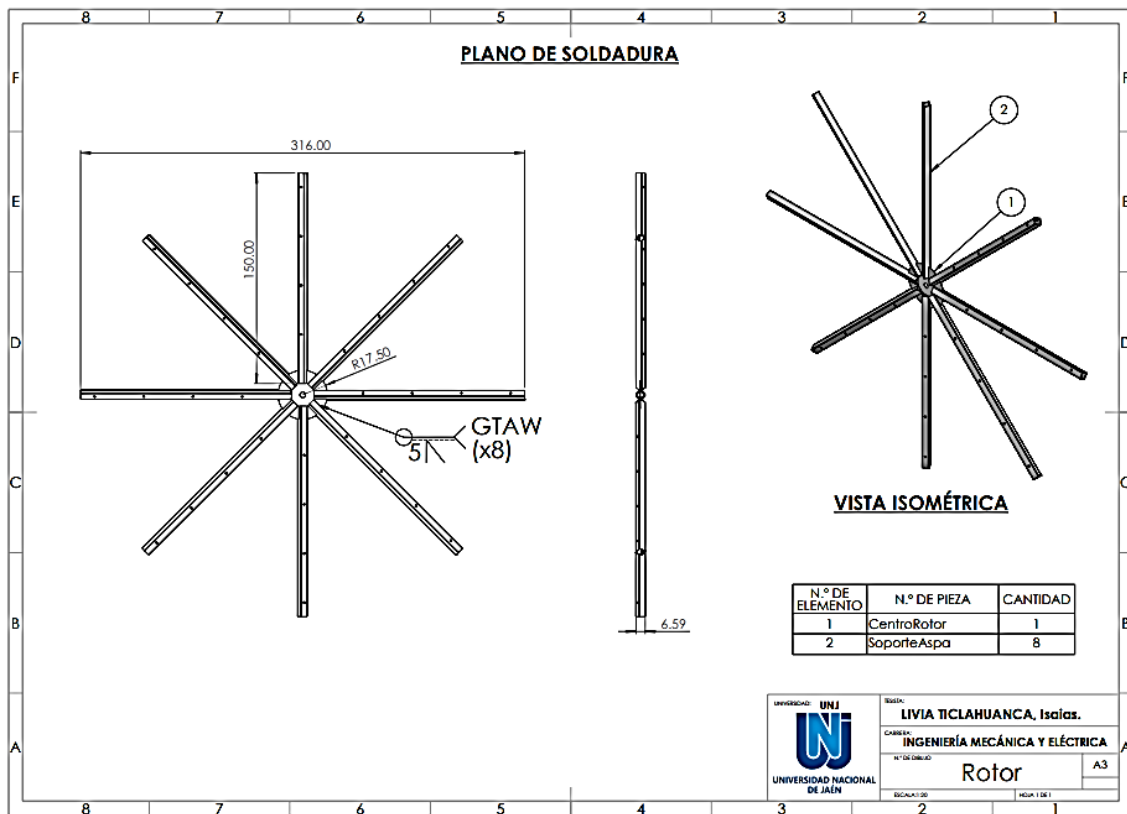
Figura 16. Diseño de la base torre



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 16, se presenta el plano correspondiente a la base de la torre de la turbina eólica, fabricada en plancha ASTM A36 de 5 mm de espesor, con una cantidad de 1 unidad. La pieza tiene forma cuadrada de 200 mm x 200 mm, presenta ocho orificios distribuidos simétricamente con separación de 80 mm en horizontal y 160 mm en vertical, además de radios de 10 mm en las esquinas. En la lámina se incluyen la vista frontal acotada, la vista lateral que muestra el espesor de la placa y la vista isométrica en 3D, lo que permite apreciar con claridad su geometría. Su función principal es servir de soporte y anclaje de la torre a la base, garantizando estabilidad estructural a toda la turbina.

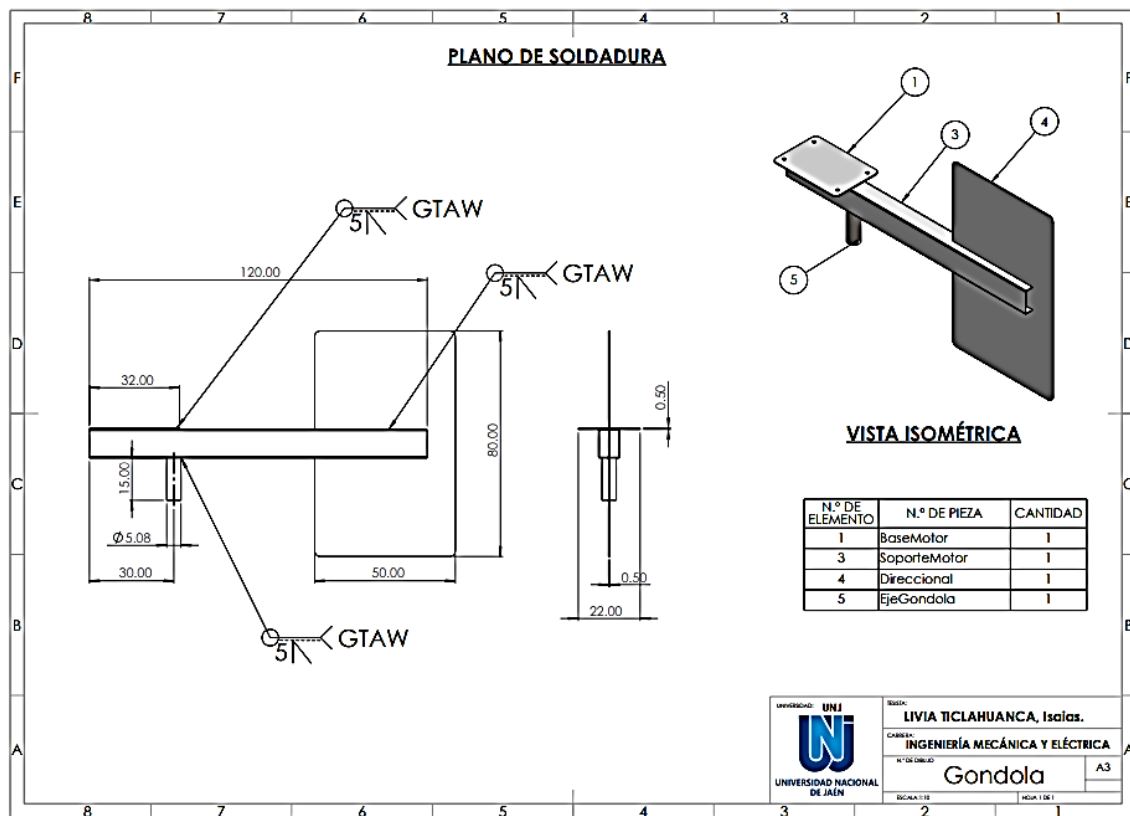
Figura 17. Diseño del rotor



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

El plano que se observa en la figura 17, corresponde al rotor de la turbina eólica, conformado por un centro rotor y ocho soportes de aspa soldados mediante el proceso GTAW. En la lámina se muestran la vista superior con dimensiones (316 mm de diámetro total y radios de 150 mm para los soportes), la vista lateral donde se aprecia el espesor y la vista isométrica en 3D que permite visualizar la disposición radial de las piezas. La tabla de materiales indica 1 unidad de centro rotor y 8 unidades de soporte aspa, ensambladas en una estructura simétrica de ocho brazos cuya función principal es transmitir el movimiento del viento captado por las aspas hacia el sistema de generación de energía.

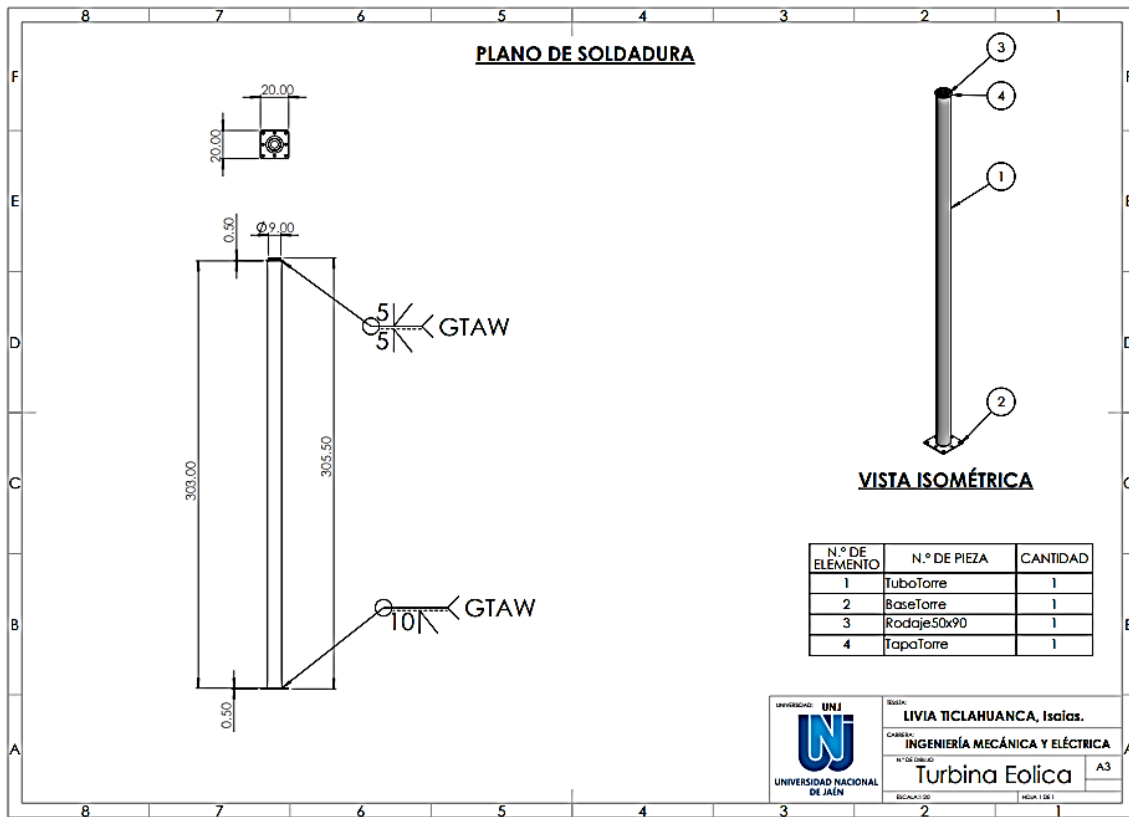
Figura 18. Diseño de la Góndola 2



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 18, el plano corresponde a la góndola de la turbina eólica, ensamblada a partir de la unión de las piezas: base motor, soporte motor, direccional y eje góndola, mediante el proceso de soldadura GTAW. En la lámina se muestran la vista lateral con dimensiones (120 mm de longitud, 80 mm de altura y 32 mm de ancho para la base), la vista frontal con detalles del eje y la vista isométrica en 3D que permite apreciar la disposición final de los componentes. La tabla de materiales especifica 1 unidad de cada pieza, conformando un conjunto estructural cuya función principal es alojar y sostener el sistema de transmisión y dirección, garantizando la correcta orientación y fijación del rotor y del motor en la turbina.

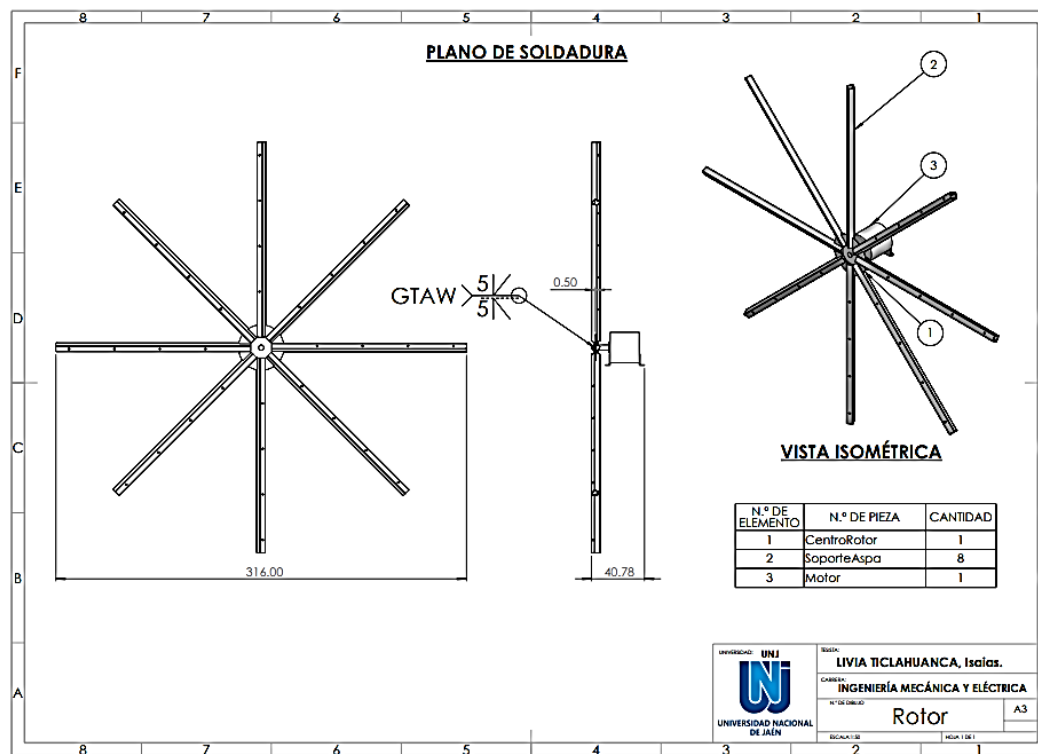
Figura 19. Diseño de la turbina eólica eje vertical



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 19, se observa el plano corresponde al ensamblaje de la torre de la turbina eólica, compuesto por el tubo torre, la base torre, un rodaje 50x90 y la tapa torre, unidos mediante soldadura GTAW. En la vista lateral se muestran las dimensiones principales, con una longitud total de 3000 mm y un diámetro exterior de 101.6 mm para el tubo, mientras que en la vista isométrica se aprecia el conjunto estructural ensamblado. La tabla de materiales especifica 1 unidad de cada componente, conformando la estructura vertical que soporta la góndola, el rotor y las aspas, garantizando la estabilidad y rigidez del sistema frente a las cargas de viento.

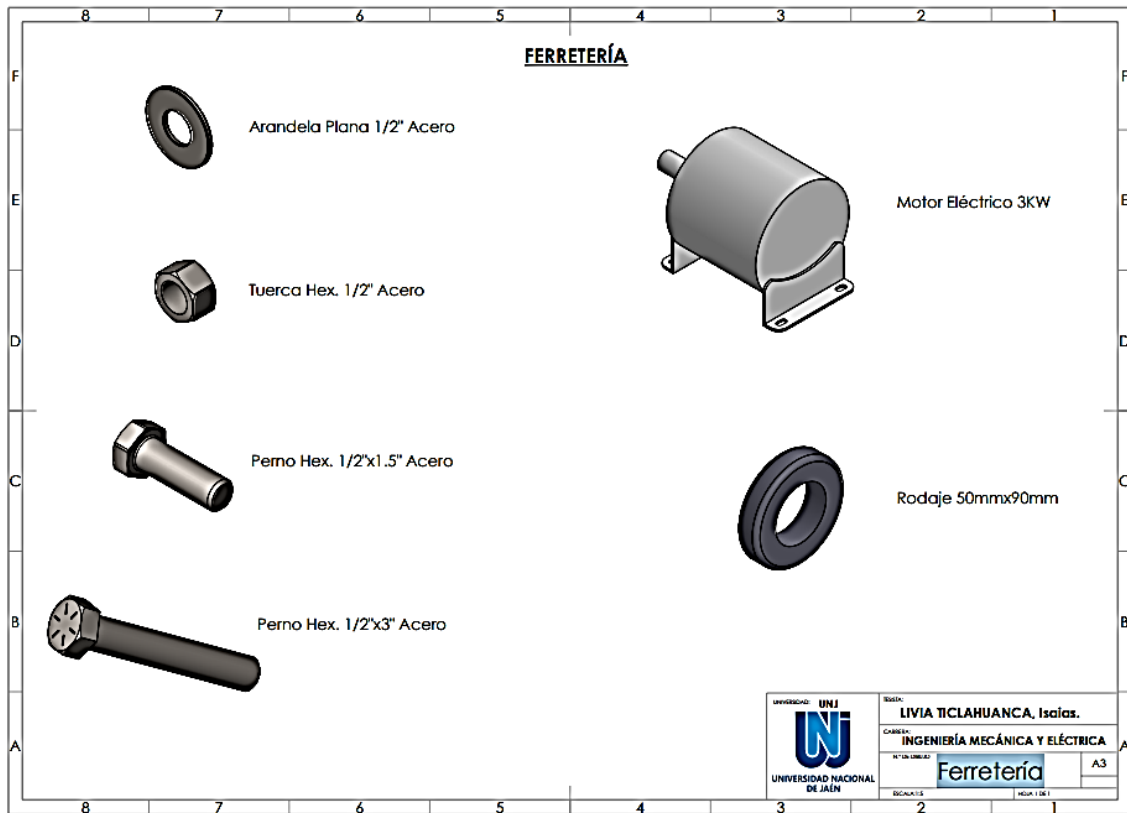
Figura 20. *Diseño del rotor general*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

El plano que se visualiza en la figura 20, corresponde al rotor de la turbina eólica, ensamblado mediante el proceso de soldadura GTAW y compuesto por tres elementos principales: el centro rotor, ocho soportes de aspa y el motor. En la vista frontal se aprecia el diámetro total de 316 mm y la disposición radial de los soportes, mientras que en la vista lateral se detallan el espesor y la ubicación del motor. La vista isométrica en 3D permite observar la configuración completa del conjunto, mostrando la integración de los componentes. La tabla de materiales especifica 1 centro rotor, 8 soportes de aspa y 1 motor, conformando el sistema encargado de recibir el empuje del viento a través de las aspas y transmitir la energía mecánica hacia el generador.

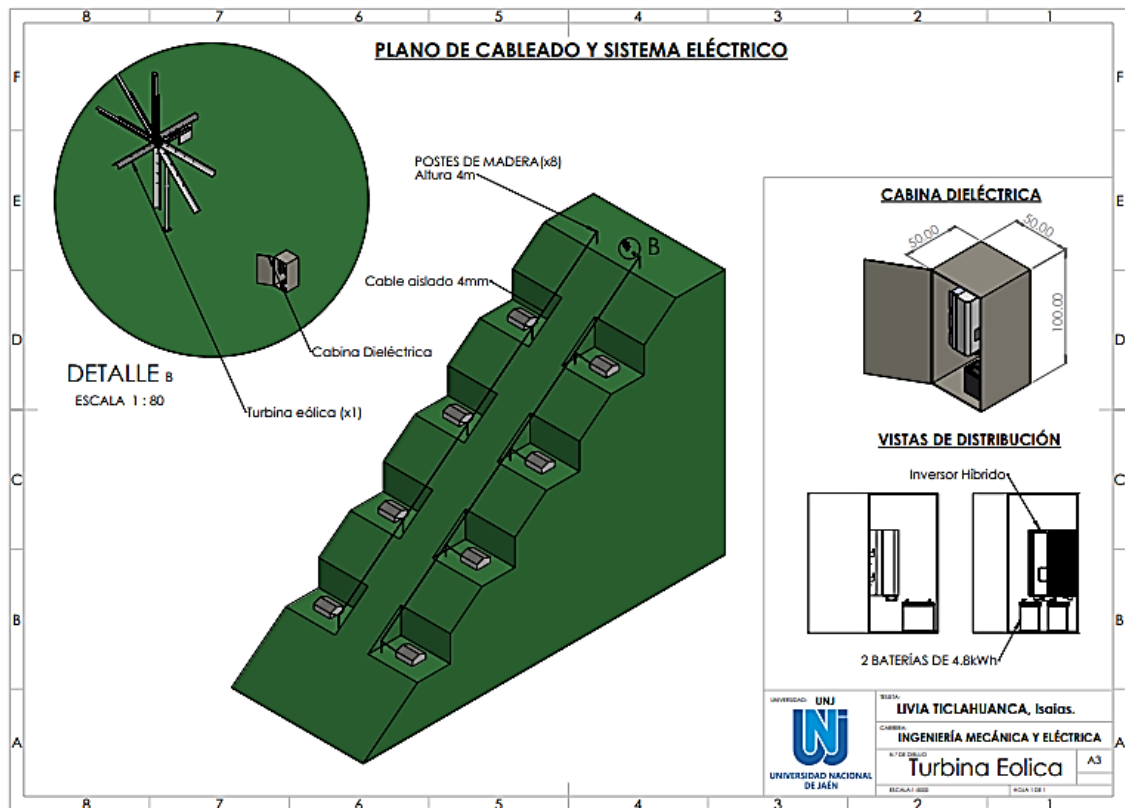
Figura 21. Materiales de ferretería



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 21, se presenta el plano corresponde a los elementos de ferretería empleados en la turbina eólica, mostrando en detalle los componentes comerciales necesarios para el ensamblaje. Entre ellos se incluyen: arandela plana de 1/2" de acero, tuerca hexagonal de 1/2" de acero, perno hexagonal de 1/2"x1.5" de acero, perno hexagonal de 1/2"x3" de acero, rodaje de 50 mm x 90 mm y un motor eléctrico de 3 kW. La lámina presenta cada pieza en vista isométrica, permitiendo identificar su forma y función, las cuales son esenciales para la unión, sujeción y operación del sistema mecánico de la turbina.

Figura 22. Plano de cableado y sistema eléctrico



En la Figura 22, se observa que el sistema comprende una turbina eólica conectada mediante línea aérea con cable aislado de 4 mm² soportada en ocho postes de madera (≈ 4 m) hasta una cabina dieléctrica. En la cabina se integra un inversor híbrido y un banco de 2 baterías de 4,8 kWh (9,6 kWh totales) para conversión, gestión y almacenamiento de energía. La protección se garantiza con interruptor termomagnético, funciones de apagado seguro del inversor y freno de disco en el tren de transmisión para sobrevelocidad. El esquema prioriza seguridad, continuidad del suministro y mantenibilidad en un entorno rural.

3.3. Simular la turbina eólica según parámetros técnicos establecidos por la industria y organismos reguladores a nivel nacional e internacional.

Tabla 7. Simulación de esfuerzos

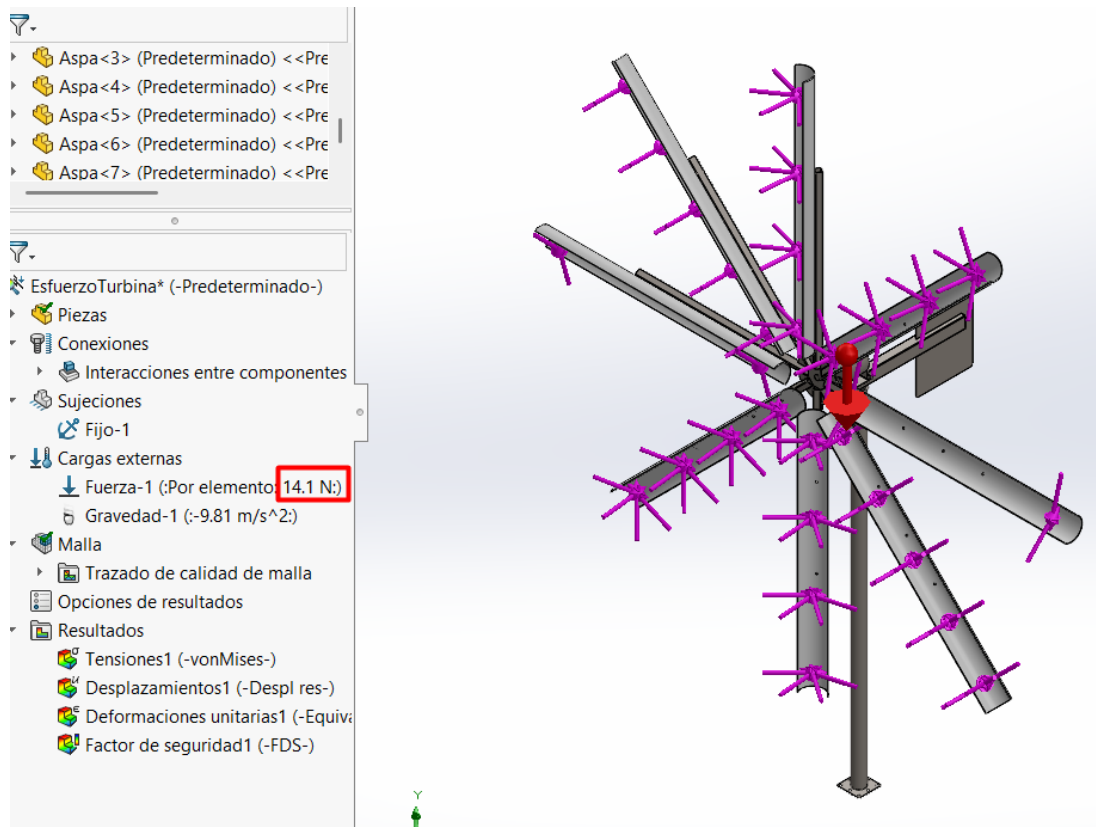
Parámetro	Fórmula	Valor
Densidad del aire (kg/m ³)	ρ Donde: ρ = densidad del aire (1.225 kg/m ³ en condiciones estándar).	1.225
Velocidad del viento (km/h)	V_{kmh} Donde: V_{kmh} = velocidad del viento en km/h medida en campo.	14.58
Velocidad del viento (m/s)	$V = V_{\text{kmh}} / 3.6$ Donde: Se convierte de km/h a m/s dividiendo entre 3.6.	5,89
Presión del viento (Pa)	$P = 0.5 \times \rho \times V^2$ Donde: P = presión del viento (Pa) ρ = densidad del aire (kg/m ³) V = velocidad del viento (m/s).	10.0465
Radio (r)	$r = 0.1 \text{ m}$ Donde: r = radio de la superficie de las aspas consideradas.	0.1
Alto de superficie (m)	$h = 2.11 \text{ m}$ Donde: h = altura de la superficie impactada por el viento.	2.11
Área de superficie (m ²)	$A = \pi \times w \times h$ Donde: A = área expuesta (m ²) w = ancho (radio considerado) h = alto de la superficie.	0.6629
Fuerza del viento (N)	$F = P \times A$ Donde: F = fuerza del viento (N) P = presión (Pa) A = área de la superficie (m ²).	6.6594

Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la tabla 7, se muestran los cálculos para esta simulación se agregó las cargas de viento en las aspas, para lo cual se procedió mediante la siguiente fórmula y se obtuvo un valor de la fuerza de 6.7 N por aspa.

Simulación de Esfuerzos

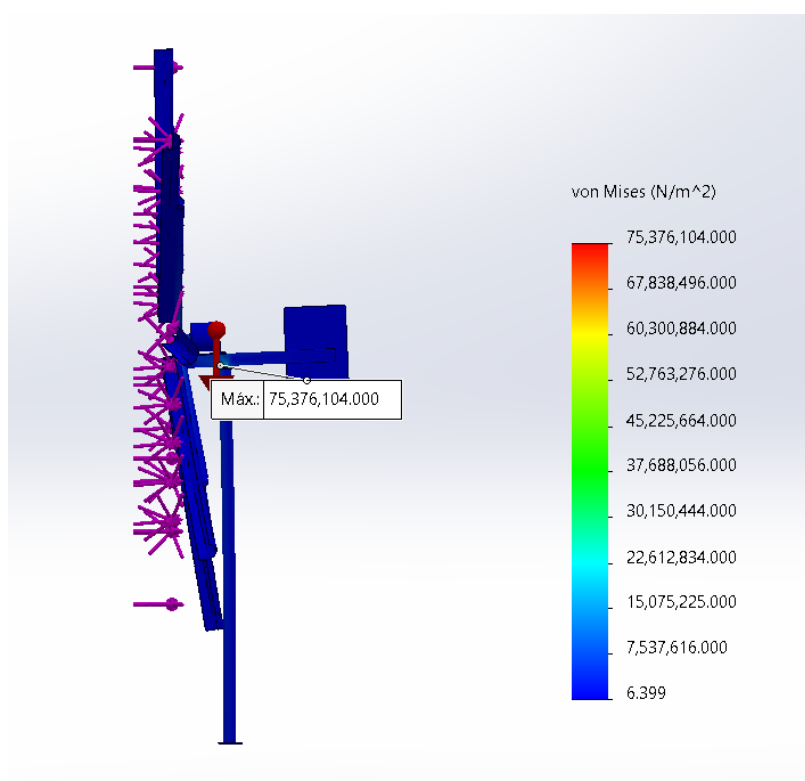
Figura 23. Diseño cad de turbina eólica de eje horizontal tipo darrieus para la generación de energía en zonas de viento moderado



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 23, se presenta la simulación realizada en SolidWorks (Factura anexo 9) se observa el diseño estructural de la turbina eólica con flechas en cada uno de las palas. Asimismo, las flechas moradas corresponden a la acción de la fuerza del viento sobre cada una de las aspas, simulando el empuje aerodinámico generado por el flujo incidente. Finalmente, la flecha roja representa la influencia de la gravedad, incorporada en el análisis para evaluar su efecto combinado con las cargas de viento en el comportamiento dinámico de la turbina.

Figura 24. Análisis de esfuerzos Von Mises en turbina eólica – punto de máxima tensión



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

Posteriormente, en la figura 24, se evidencia, la ejecución de la simulación mediante el método de elementos finitos (FEA) con el objetivo de determinar los esfuerzos presentes en la estructura de la turbina eólica y calcular el Factor de Seguridad (FDS). Este análisis permitió verificar que la estructura puede soportar las cargas generadas por el viento sin presentar fallas estructurales, garantizando así su integridad y funcionamiento seguro.

Tabla 8. Tipos de aspa y características

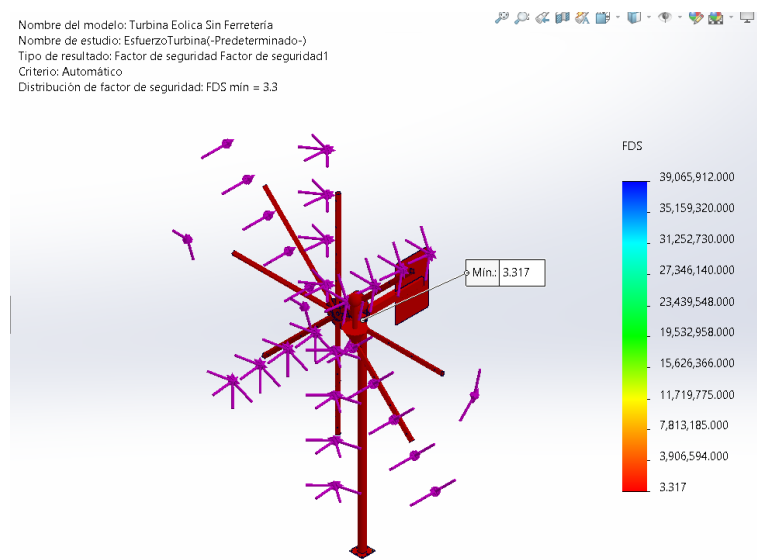
Tipo de aspa	Características principales	Ventajas	Limitaciones	Aplicación recomendada
Recta	Superficie plana, corte simple, menor complejidad en fabricación.	Bajo costo, fácil de fabricar y mantener.	Baja eficiencia aerodinámica, menor aprovechamiento del viento.	Prototipos experimentales y turbinas de baja potencia.
Curva (perfil aerodinámico simple)	Forma curvada con ligera torsión.	Mayor captura del viento, incremento de la eficiencia en comparación con la recta.	Requiere mayor control de ángulo, más compleja en fabricación.	Turbinas de mediana potencia en zonas de viento moderado.

Perfil aerodinámico optimizado (tipo ala de avión, NACA, etc.)	Álabes con cuerda, ángulo de ataque y espesor definidos según criterios aerodinámicos.	Alta eficiencia, mejor sustentación, reducción de turbulencias y vibraciones.	Mayor costo de diseño y fabricación, exige mayor precisión técnica.	Turbinas modernas de eje horizontal en aplicaciones domésticas e industriales.
--	--	---	---	--

Nota. Elaboración propia

Teniendo en cuenta la información de la tabla 8, en este proyecto se eligió el perfil aerodinámico optimizado, ya que su desempeño es superior frente a los otros tipos de aspas, permitiendo mayor eficiencia en la conversión de energía cinética del viento a energía mecánica. Este diseño considera parámetros como ángulo de ataque, cuerda, espesor y sustentación, lo cual garantiza un mejor aprovechamiento de vientos moderados como los registrados en el sector Gallineros. De esta manera, se asegura un sistema confiable y con capacidad suficiente para cubrir la demanda energética proyectada.

Figura 25. *Distribución del Factor de Seguridad en Turbina Eólica (Simulación FEA — SolidWorks)*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 25, se muestra el análisis del Factor de Seguridad (FDS) arrojó un valor mínimo de 3.3, lo que confirma que la estructura de la turbina eólica es capaz de resistir las cargas de viento sin riesgo de falla. Dado que un FDS superior a 1 indica un desempeño estructural seguro, este resultado evidencia un margen de resistencia considerable frente a las solicitaciones aplicadas.

Simulación Fluidodinámica

En esta simulación se establecieron los parámetros necesarios para el cálculo del torque generado por el rotor bajo una velocidad de viento de 5,89 m/s. Para ello, se empleó la herramienta Flow Simulation de SolidWorks, configurando la velocidad de entrada y definiendo un análisis de flujo externo enfocado en el rotor, con el fin de evaluar su comportamiento aerodinámico y el par resultante

Figura 26. *Parámetros técnicos – Generadores ESL-1000, ESL-2000 y ESL2-3000*

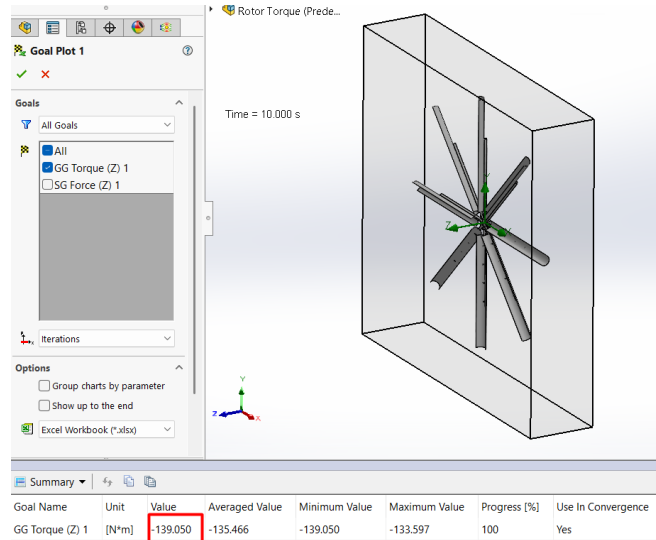
Technical Parameter

Model	ESL-1000	ESL-2000	ESL2-3000
Rated power	1000w	2000w	3000w
Rated voltage	24v/48v/96v/120v/220v/240v/380v (Accept custom		
Rated speed/hz	500rpm/50hz	500rpm/50hz	333rpm/50hz
Generator diameter	190mm	190mm	235mm
Generator length	136mm	197mm	225mm
Shaft diameter	30mm	35mm	40mm
Generator type	Rare earth permanent magnet three-phase altern		
Rated torque	19.1N*m	38.2N*m	57N*m
The number of poles	12	12	18

Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 26, se presenta la simulación destinada a evaluar el comportamiento dinámico de la turbina eólica, considerando el rotor en rotación. Para este análisis, fue necesario determinar previamente la velocidad angular de la estructura, la cual, aplicando la fórmula correspondiente, resultó de 6.29 rad/s. Con este valor como condición de entrada, se ejecutó la simulación para analizar el rendimiento y la respuesta operativa de la turbina.

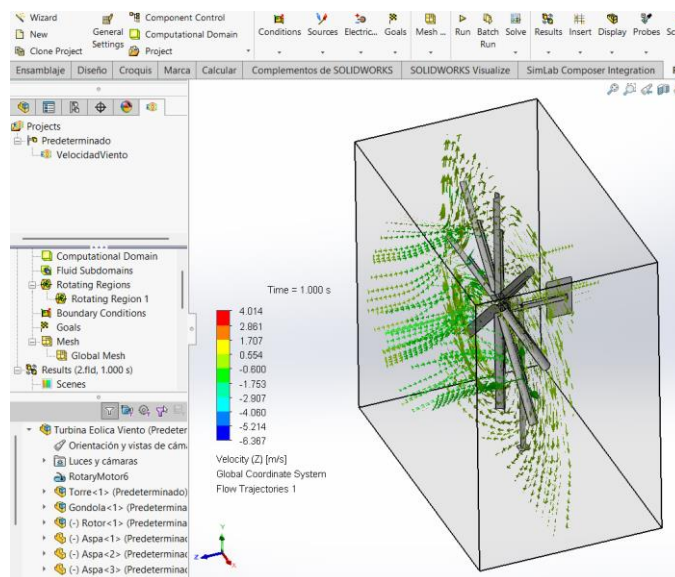
Figura 27. Resultado de Torque del Rotor en el Eje Z – Simulación CFD (Valor Máximo: -139.050 N·m)



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

En la figura 27, se observa que la simulación arroja un torque de 139.050 Nm generado por el rotor, valor que supera el torque nominal de 57 Nm especificado en la ficha técnica del motor de 3 kW. Este resultado indica que el rotor es capaz de suministrar el par necesario para el funcionamiento óptimo del motor, garantizando un margen adicional de capacidad.

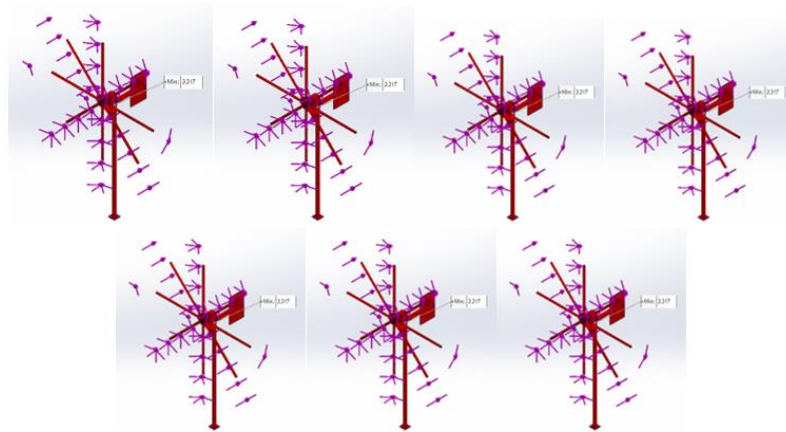
Figura 28. Simulación CFD de flujo de viento en turbina eólica, distribución de velocidad eje Z.



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

Figura 28, en la simulación anterior se observa que el flujo de aire que ingresa al rotor presenta una mayor velocidad y presión en comparación con el flujo que sale, lo que evidencia la transferencia efectiva de energía cinética del viento hacia el rotor. Este comportamiento confirma el adecuado desempeño aerodinámico y el correcto funcionamiento de la turbina eólica.

Figura 29. *Distribución siete unidades de turbinas eólicas.*



Nota. Elaboración propia a partir de cálculos técnicos

La simulación estructural y aerodinámica de la turbina eólica permitió valorar la eficiencia del diseño propuesto y confirmó una distribución adecuada de cargas bajo una velocidad máxima registrada de 5,89 m/s. Aunque este valor es poco frecuente en la zona, se incluyó en la simulación por su relevancia para la verificación estructural y de seguridad. Por su parte, la velocidad media estable del viento fue de 4,05 m/s, lo que fundamentó la adopción de un diseño técnico dimensionado para operar de manera segura y eficiente.

En este enfoque, las condiciones extremas se usan para asegurar la integridad del sistema, mientras que el dimensionamiento se alinea con el comportamiento promedio del recurso: así, cuando el viento excede el promedio, la turbina continúa operando dentro de su rango de control hasta su velocidad nominal, y solo se detiene si alcanza la velocidad de corte por seguridad.

Asimismo, el sistema integra un inversor para la gestión eléctrica y un interruptor termomagnético como medio de protección, de modo que, ante la detección de una anomalía, se ejecuta el apagado seguro y se interrumpe el suministro para prevenir daños.

Adicionalmente, se incorpora un freno de disco en el eje de alta velocidad del tren de transmisión, lo que mejora el control de parada, la estabilidad ante ráfagas y la seguridad estructural frente a eventos de sobrevelocidad, posibilitando una detención rápida y controlada del rotor y aportando redundancia al sistema de protección.

Atendiendo a la demanda energética proyectada, se determinó la necesidad de instalar siete turbinas eólicas (véase Figura 29), con lo cual se cubren de forma confiable los requerimientos establecidos. La disposición múltiple no solo incrementa la capacidad de generación, sino que también mejora la seguridad del suministro, al diversificar las fuentes dentro del mismo sistema y garantizar la sostenibilidad y continuidad del servicio energético en el ámbito de aplicación.

3.4. Evaluar la viabilidad sostenible y financiera del estudio de diseño de turbina eólica para generación de energía eléctrica en el Sector Gallineros

Tabla 9. Costos preliminares de inversión.

Producto	Dimensión	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Precio Final (S/)
Arandela de acero	1/2"	S/0.50	40	S/20.00
Electrodo para soldadura	Ø5/32" x kg x (11m longitud)	S/15.00	2	S/30.00
Horas hombre	2 trabajadores x 10 h (total 20 h)	S/50.00	10	S/500.00
Pintura Blanca anticorrosiva	4 litros (Area 20m ²)	S/42.00	1	S/42.00
Cable Aislado Indeco	4mm ² x 1m	S/4.00	10	S/40.00
Motor	3 kW	S/1,881.00	1	S/1,881.00
Perno de acero	1/2" x 1.5"	S/1.00	4	S/4.00
Perno de acero	1/2" x 3"	S/2.00	32	S/64.00
Barra Circular acero	Ø2" x 1m	S/14.00	1	S/14.00
Plancha de acero	5 mm x 1200 x 1400 mm	S/850.00	1	S/850.00
Rodamiento de bolas	Ø50 x Ø90 x 20 mm	S/140.00	1	S/140.00
Tubo circular PVC	Ø200 mm x 6 m	S/100.00	2	S/200.00
Tubo circular acero	Ø4" x 3 m	S/320.00	1	S/320.00
Tubo cuadrado acero	2" x 2" x 1/8" x 6 m	S/30.00	2	S/60.00
Tubo cuadrado acero	4" x 3" x 1/8" x 3 m	S/85.00	1	S/85.00
Tuerca de acero	1/2"	S/1.00	36	S/36.00
Sub total				S/4,286.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 10. *Costos de instalación y de Operación.*

Producto	Dimensión	Precio Unitario (S/)	Cantidad	Precio Final (S/)
Inversor Híbrido	25 kW, trifásico	S/11,500.00	1	S/11,500.00
Medidor monofásico	220v - 60hz	S/70.00	8	S/560.00
Baterías	4.8KWh - 48v	S/3,621.00	2	S/7,242.00
Interruptor termomagnético	2x32A	S/40.00	8	S/320.00
Cabina Dieléctrica	50cm x 50cm x 100cm	S/4,000.00	1	S/4,000.00
Postes de madera Chonta	Altura 4m	S/200.00	10	S/2,000.00
cable autoportante de aluminio	3x16/25 mm ²	S/3.00	200	S/600.00
Cable concéntrico autoportante	2x6 mm	S/2.50	150	S/375.00
Puesta a tierra		S/1,100.00	1	S/1,100.00
Transporte		S/300.00	1	S/300.00
		Total		S/27,997.00

Tabla 11. *Resumen de costos*

Concepto	Unidad de medida	Precio Unitario	Cantidad	Sub total
Costos preliminares de inversión para 7 turbinas	Unidad	S/4,286.00	7	S/30,002.00
Costos de instalación	Global	S/27,997.00	1	S/27,997.00
Total				S/57,999.00

La Tabla 9 reporta un costo preliminar unitario de S/ 4,286 por turbina. Los rubros que más pesan son el motor de 3 kW (S/ 1,881), la plancha de acero (S/ 850) y las horas-hombre (S/ 500); solo estos tres concentran 75. del costo preliminar. Les siguen el tubo de acero Ø4" (S/ 320), el tubo PVC (S/ 200) y el rodamiento (S/ 140). El resto (pintura, cables, pernos, tuercas, etc.) aporta participaciones menores individuales (<2%). La Tabla 10 muestra instalación y operación inicial por S/ 27,997. Predominan el inversor híbrido (S/ 11,500), las baterías (2×4.8 kWh) (S/ 7,242) y la cabina dieléctrica (S/ 4,000); junto con postes (S/ 2,000) y puesta a tierra (S/ 1,100), explican ~92% del monto. La Tabla 11 resume la inversión del sistema distribuido: costos preliminares para 7 turbinas (7 × S/ 4,286 = S/ 30,002) más instalación global (S/ 27,997) → inversión total S/ 57,999.

Tabla 12. Proyección de ingreso anual

Meses	Consumo promedio Kw.h / mes /hogar	Sub total tarifa fija mensual	N° hogares	Total
Enero	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Febrero	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Marzo	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Abril	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Mayo	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Junio	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Julio	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Agosto	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Setiembre	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Octubre	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Noviembre	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Diciembre	30 kWh	S/ 90.00	8	S/720.00
Total ingreso		S/ 1,080.00		S/8,640.00

Nota. Elaboración propia

La Tabla 12 presenta la proyección de ingresos anuales bajo un esquema de tarifa fija de S/ 90,00 mensuales por hogar, aplicada a los 8 beneficiarios del sistema eólico comunitario. Con este modelo, cada hogar aporta un total anual de S/ 1 080,00, lo que representa un ingreso global de S/ 8 640,00 al año. Durante el levantamiento de información, los pobladores manifestaron estar conformes en asumir un pago de S/ 3,00 diarios por el consumo de energía, ya que actualmente realizan un gasto similar o superior al utilizar velas o motores de combustión para iluminarse. Este nivel de disposición al pago legitima la aplicación de la tarifa fija mensual, asegurando la sostenibilidad económica del sistema y reduciendo la dependencia de fuentes contaminantes y más costosas.

Tabla 13. *Flujo de caja proyectado a 10 años*

Indicador	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00
Gastos Operativos	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
Flujo de Caja Neto	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00	S/8,640.00
Flujo de Caja Acumulado	S/8,640.00	S/17,280.00	S/25,920.00	S/34,560.00	S/43,200.00	S/51,840.00	S/60,480.00	S/69,120.00	S/77,760.00	S/86,400.00

Nota. Elaboración propia.

Tabla 14. *Análisis Financiero VAN, TIR y Recupero del Capital.*

Indicador	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Inversión Inicial (S/)	-57,999.00										
Flujo de Caja Neto (S/)		8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00	8,640.00
Flujo de Caja Acumulado (sin descuento)	-57,999.00	-49,359.00	-40,719.00	-32,079.00	-23,439.00	-14,799.00	-6,159.00	2,481.00	11,121.00	19,761.00	28,401.00
VAN Económico (S/)	-9,181.07										
Tasa de descuento	12%										
TIR (%)	7.19%										
Recuperación de la inversión en años	6.71										

Nota. Elaboración propia.

En la tabla 13, se muestra las proyecciones de los ingresos constantes de S/ 8,640 por año y gastos operativos nulos, por lo que el flujo de caja neto coincide con los ingresos en cada periodo (S/ 8,640/año). En consecuencia, el flujo acumulado crece de manera lineal: S/ 8,640 (año 1), S/ 17,280 (año 2), y en el año 10 haciende a S/ 86,400. Esta estructura refleja un escenario estable y predecible de generación de caja, útil para evaluar recuperación de la inversión y métricas de rentabilidad en el análisis financiero posterior.

En la tabla 14, se observa la evaluación de un proyecto con una inversión inicial de S/ 57,999 y flujos netos anuales de S/ 8,640. El acumulado sin descuento muestra que la recuperación del capital se alcanza en el año 7, con un saldo de S/ 2,481 al final de ese periodo, lo que implica un periodo de recuperación de 6.71 años. Con una tasa de descuento del 12%, el Valor Actual Neto (VAN) resulta negativo, alcanzando un valor de S/ -9,181.07, lo que indica que, descontando los flujos futuros a esta tasa, el proyecto no genera valor económico. Sin embargo, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se sitúa en 7.19%, lo que sugiere que la rentabilidad es inferior a la tasa de descuento del 12%, indicando que el proyecto no cumple con las expectativas de rentabilidad a esa tasa de descuento.

IV. DISCUSIÓN

De acuerdo con el primer objetivo específico se realizó la evaluación del potencial eólico del sector Gallineros, provincia de San Ignacio, región Cajamarca, 2024. El análisis estadístico del recurso eólico en el sector Gallineros mostró una velocidad promedio de 4,05 m/s, con valores mínimos de 1,26 m/s y máximos de 5,89 m/s. Estos resultados indican un potencial moderado, suficiente para sistemas de pequeña escala, lo que coincide con estudios realizados en contextos de vientos bajos en otras regiones del Perú (Gonzales y Ruidias, 2022; Briones et al., 2023). En consecuencia, se confirma la factibilidad de aprovechar el recurso eólico para cubrir la demanda local, especialmente al considerar que actualmente la comunidad carece de suministro eléctrico.

Con referencia al segundo objetivo se diseñó la turbina eólica de acuerdo al potencial nominal promedio del viento y la demanda de consumo energético. Con base en la demanda comunitaria estimada en 1 150,8 kWh/mes (38,36 kWh/día) y ajustando por la eficiencia real del sistema (35 %), se determinó que se requiere una potencia efectiva de 4,5 kW. El diseño calculado corresponde a una turbina con un rotor de 4,68 m de diámetro y un área barrida de 17,2 m², capaz de generar en promedio 1,6 kW nominales. Dado que una sola turbina no cubre la demanda de los ocho hogares, se estableció la necesidad de siete aerogeneradores de este tipo, garantizando la cobertura total de la comunidad y evitando el sobredimensionamiento de un único equipo de gran escala.

El tercer objetivo permitió realizar la simulación de la turbina eólica según parámetros técnicos establecidos por la industria y organismos reguladores. La simulación de esfuerzos demostró que, con la velocidad promedio registrada, la presión ejercida por el viento es de aproximadamente 10,05 Pa, lo que genera una fuerza de 6,65 N sobre el rotor. Estos valores son consistentes con estándares internacionales (IRENA, 2021) y permiten validar la estabilidad estructural del diseño frente a cargas aerodinámicas moderadas. Asimismo, se confirma que la turbina propuesta cumple con parámetros técnicos básicos definidos por organismos reguladores, asegurando su fiabilidad y seguridad en operación.

El cuarto objetivo específico permitió evaluar la viabilidad económica y financiera del estudio. En el análisis económico-financiero, los pobladores manifestaron su disposición a pagar S/ 3,00 diarios por hogar (S/ 90,00 mensuales), lo que representa un ingreso anual comunitario de S/ 8 640,00. Con una inversión inicial de S/ 57 999,00 y flujos netos

anuales constantes de S/ 8 640.00, el periodo de recuperación simple es de 6,71 años; el VAN económico a una tasa del 12% es negativo a un valor de -9,181.07 y la TIR alcanza 7,19 %. En consecuencia, el proyecto resulta financieramente inviable en términos económicos dentro del horizonte de 10 años.

En síntesis, los resultados alcanzados permitieron dar cumplimiento a los cuatro objetivos planteados: se evaluó un potencial eólico moderado pero aprovechable, se diseñó una turbina ajustada a la demanda comunitaria y se validó su comportamiento estructural mediante simulación. A diferencia del planteamiento inicial, se confirma que el proyecto no presenta viabilidad financiera ($VAN < 0$; $TIR = 7,19\%$; $payback = 6,71$ años); además, el proyecto es socialmente conveniente por el valor público que genera. Estos hallazgos, consistentes con estudios similares en contextos rurales del Perú y del extranjero, refuerzan la coherencia externa de la propuesta. No obstante, se reconocen vacíos importantes vinculados a la ausencia de pruebas experimentales en condiciones reales y a la necesidad de considerar escenarios de costos de mantenimiento en horizontes de largo plazo. Pese a ello, el sistema eólico comunitario distribuido se sostiene como una alternativa socialmente valiosa para la inclusión energética y la sostenibilidad ambiental en el sector Gallineros.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el sector Gallineros cuenta con un potencial eólico promedio de 4,05 m/s, suficiente para la generación con turbinas de eje horizontal diseñadas para vientos moderados. La caracterización del recurso mostró una variabilidad estable, lo que permite un diseño confiable orientado a cubrir una demanda comunitaria de aproximadamente 1 150,8 kWh mensuales (ocho viviendas) mediante soluciones de pequeña escala.
2. Se diseñó una turbina eólica de eje horizontal con un rotor de 4,68 m de diámetro y 17,2 m² de área barrida, ajustada a las condiciones locales. Considerando la demanda comunitaria (1 150,8 kWh/mes), se estableció la necesidad de implementar siete aerogeneradores distribuidos, garantizando la cobertura total de los ocho hogares y evitando el sobredimensionamiento de un único equipo de gran escala.
3. Las simulaciones estructurales validaron el diseño propuesto: la presión y la fuerza ejercidas por el viento (10,05 Pa y 6,65 N) se mantienen dentro de parámetros internacionales, confirmando la resistencia estructural y el desempeño aerodinámico del sistema frente a cargas de viento moderadas. Además, se verificó el comportamiento bajo la velocidad máxima registrada (5,89 m/s) para fines de seguridad estructural.
4. Desde la perspectiva financiera privada, el proyecto resulta inviable en el horizonte de 10 años: el tiempo de recuperación simple es de 6,71 años, el VAN (con la tasa empleada del 12%) es negativa por S/ -9,181.07 y la TIR alcanza 7,19 %. No obstante, más allá de la viabilidad económica, el proyecto aporta valor público brindando inclusión y seguridad energética en un entorno rural que permite mejoras en calidad de vida.

5.2. RECOMENDACIONES

1. A las autoridades del caserío y gobierno local deben instalar y mantener estaciones de medición de viento a nivel local, para disponer de datos precisos que respalden proyectos de generación eólica en comunidades rurales.
2. A las autoridades locales y regionales fomentar la fabricación e implementación de turbinas de eje horizontal adaptadas a vientos moderados, mediante convenios con instituciones técnicas y financiamiento municipal o regional.
3. Al gobierno local apoyar la ejecución de pruebas piloto de turbinas en entornos reales, facilitando espacios, permisos y asistencia técnica, con el fin de validar su desempeño antes de su implementación masiva.
4. A las autoridades locales invertir en programas de incentivos y subsidios para proyectos de energías renovables que reduzcan el tiempo de recuperación de la inversión, asegurando su rentabilidad y sostenibilidad para las comunidades beneficiarias.
5. El responsable de la escuela profesional de Ingeniera Mecánica y eléctrica de la universidad Nacional de Jaén, fomentar esta línea de investigación principalmente en lugar más alejado de la región.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alatorre, J. E., & Fernández-Sepúlveda, I. (2022). Impactos macroeconómicos del cambio climático en América Latina y el Caribe: revisión de la literatura, 2010-2021. *Cepal*, 3–51. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/1419157d-6e9d-4cf3-b489-ade65efb12bd/content>
- AMDEE. (2019). El potencial eólico mexicano: oportunidades y retos en el nuevo sector. *Amdee*, 20. <https://amdee.org/wp-content/uploads/AMDEE-PwC-El-potencial-eolico-mexicano.pdf>
- Amran, Y. H. A., Amran, Y. H. M., Alyousef, R., & Alabduljabbar, H. (2020). Renewable and sustainable energy production in Saudi Arabia according to Saudi Vision 2030; Current status and future prospects. *Journal of Cleaner Production*, 247, 119602. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119602>
- Andrade, M. F. (Ed.) (2018). Atlas - Clima y eventos extremos del Altiplano Central perúboliviano / Climate and extreme events from the Central Altiplano of Peru and Bolivia 1981- 2010. Geographica Bernensia, 188 pp., DOI: 10.4480/GB2018.N01
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2019). *Evolución futura de costos de las energías renovables y almacenamiento en América Latina*. <http://dx.doi.org/10.18235/0002101>
- Barona Mejía, A. S. (2022). *Diseño de una turbina eólica tipo Gorlov para el aprovechamiento del recurso eólico del golfo de Urabá* [Trabajo de grado, Universidad de Antioquia]. Repositorio Institucional Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/31616/4/BaronaAna_2022_TurbinaEolicaGorlov.pdf
- Briones, S., Arévalo, S. Cueva, T., Pretel, L. y Zelada, R.(2023). En su artículo sobre “energías renovables: mini generador eólico para el hogar “Renewable Energies: mini wind generator for homes” https://laccei.org/LACCEI2023-BuenosAires/all-papers/Contribution_626_a.pdf
- Brodny, J., Tutak, M., & Bindzár, P. (2021). *Assessing the Level of Renewable Energy Development in the European Union Member States. A 10-Year Perspective*. 26(3), 363–380. https://www.researchgate.net/publication/352688266_Assessing_the_Level_of_Renewable_Energy_Development_in_the_European_Union_Member_States_A_10-Year_Perspective
- Cárdenas, M.(2023). “Evaluación de mini - aerogeneradores para el suministro de energía en zonas urbanas”. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/9404/T010_47162162_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Castro, A., Dávila, C., Laura, W., Cubas, F., Avalos, G., López Ocaña, C., Villena, D., Valdez, M., Urbiola, J., Trebejo, I., Menis, L., & Marín, D. (2021). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI)*. Primera edición. RED ACTIVA SOLUCIONES GRAFICAS S.A.C. <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01404SENA-4.pdf>
- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2023). *Desarrollo de energía limpia de fuentes naturales*. Recuperado de: https://observatorio.ceplan.gob.pe/ficha/o1_2023
- CER. (2021). 2020-21 Annual Report of the Canada Energy Regulator. *The Publications Office Canada Energy Regulator*. <https://www.cer-rec.gc.ca/en/about/publications-reports/annual-report/2020/board-report/2020-21-annual-report-of-cer-eng.pdf>

- Constante, J., Cuesta, A., & Jijón, D. (2022). *Documento Técnico: Metodología de “Análisis de Densidad del aire” y “Análisis horario”* (Código No: DGI-IT-2022-013). WAYREapp.https://www.geoenergia.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2022/05/documento_densidad_del_aire.pdf
- Crespo, A. (2023). Computational Fluid Dynamic Models of Wind Turbine Wakes. *Energies*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/en16041772>
- Domínguez, A. B. (2019). *Una visión panorámica de los sistemas de conversión de energía*. Buenos Aires, República Argentina. Última revisión y ampliación: septiembre de 2019. Versión original: julio de 2014.https://cai.org.ar/wp-content/uploads/2019/10/CONVERSION-DE-ENERGIA-CS-1_compressed.pdf
- DREM (2021). Duna y Huambos: Energías limpias siguen beneficiando a la Región de Cajamarca. Dirección Regional de Energía y Minas. <https://drem.regioncajamarca.gob.pe/portal/noticias/det/2578>
- Eraso Checa, F., & Escobar Rosero, E. (2018). Metodología para la determinación de características del viento y evaluación del potencial de energía eólica en Túquerres-Nariño. *Revista Científica*, 1(31), 19–31. <https://doi.org/10.14483/23448350.12304>
- Garavito, L. (2020). Impactos Ambientales De Los Parques Eólicos Y Líneas De Trasmisión De Energía Sobre La Biodiversidad De Áreas Protegidas Del Departamento De La Guajira-Colombia. *Universidad Pontificia Bolivariana*, 70. <https://repository.upb.edu.co/handle/20.500.11912/9598>
- Geetha, Sravya, Varaganti., Narendra, Babu, Kampa., Sandeep, Vuddanti. (2022). Design and Modelling of Small Scale Wind Turbine for Domestic Power Generation. doi: 10.1109/SeFeT55524.2022.9909165
- Gómez, F., & Liliana, D. (2024). *Diseño y Análisis del Rendimiento de una Turbina Eólica de Tulipán con Anillo Difusor para bajas Velocidades del Viento*. <http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/140329>
- Gonzales, E., & Ruidias, S. (2022). Evaluación del potencial eólico y selección de un aerogenerador para uso doméstico en la provincia de Julcán-La Libertad [Universidad Cesar Vallejo]. In *Universidad Andina del Cusco*. http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-8000/UCC8119_01.pdf
- Gonzales, N., & Sánchez, J. (2019). *DISEÑO DE UN AEROGENERADOR PARA LA PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LA FINCA “EL ALTO DEL GAVILÁN”, BOYACÁ* [Fundación Universidad de América]. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7553/21/4142843-2019-2-IM.pdf>
- Gonzales Velarde, E. J., & Ruidias Fernandez, S. S. (2023). *Evaluación del potencial eólico y selección de un aerogenerador para uso doméstico en la provincia de Julcán-La Libertad*. [Tesis de Ingeniería Mecánica Eléctrica, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Trujillo]. Trujillo, Perú.https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/138744/Gonzales_VEJ-Ruidias_FSS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gordillo Valdez, A., Montoya Granda, M., & Salinas Pedemonte, P. A. (2022). Análisis del desarrollo y potencial de la energía eólica en el Perú. *Ingeniería Industrial*, 43(43), 177-198. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2022.n43.6114>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación México*: Mc Graw Hill; 2014.

- Iglesias, Y. (2015). Estudio Técnico y Económico de la Instalación de Aerogeneradores para Suministrar Energía Eléctrica a las Viviendas de Centro Poblado Playa Blanca-Piura. *Repositorio de La Universidad César Vallejo*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/9709>
- IRENA (2021), Renewable capacity statistics 2021 International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2021/Apr/IRENA_RE_Capacity_Statistics_2021.pdf
- Jacobo V., Ayala A., Castro L., González L. Márquez U., Ramírez E., Ruiz O. (editores). La Ingeniería Mecánica Impulsando el Desarrollo Nacional y la Innovación. Ed. Sociedad Mexicana de Ingeniería Mecánica A.C. ISBN 978-607-96746-7-0, Ciudad de México, octubre 2020.
- Laxton, D. T. (2019). *Innovations in the Wind Energy Sector* (Issue December). doi: 10.2139/SSRN.3519886
- Lucio, G. A., Ponzoni, L. M. ., Ganiele M.J., Tripodi R, Montenegro, S. O., Daverio, N., Moreno, M., Arcone D.A., & Pereira M.C. (2019). Estudio del ángulo de ataque de los álabes de un aerogenerador construido con scrap de tubos de Polietileno. *INNOVA UNTREF, Revista Argentina de Ciencia y Tecnología*. <https://revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/download/999/825/>
- Luyo Kuong, J. E. (2024). *La Generación eólica en el Perú: situación actual y perspectivas*. Csd-institute.org. <http://www.csd-institute.org/Publish/Conferencia%20e%20C3%B3lica%20Per%20C3%BA%20-%20VME-21-03-2024.pdf>
- Manwell, J., Macgowan, J. y Rogers, A. (2009). *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*. (2 ed.). Reino Unido: John Wiley & Sons Ltd.
- McKenna, R., Pfenninger, S., Heinrichs, H., Schmidt, J., Staffell, I., Bauer, C., Gruber, K., Hahmann, A. N., Jansen, M., Klingler, M., Landwehr, N., Larsén, X. G., Lilliestam, J., Pickering, B., Robinius, M., Tröndle, T., Turkovska, O., Wehrle, S., Weinand, J. M., & Wohland, J. (2022). High-resolution large-scale onshore wind energy assessments: A review of potential definitions, methodologies and future research needs. *Renewable Energy*, 182, 659–684. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.027>
- Medina, P. (2023). Propuesta de diseño y construcción del aerogenerador Savonius modificado para suministrar energía eléctrica a un usuario residencial del distrito de Ahuac - 2021. *Repositorio de La Universidad Continental*, 19–163. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13552/1/IV_FIN_109_TE_Medina_Socualaya_2023.pdf
- MEF(2011). Guía Simplificada para la Identificación, Formulación y Evaluación Social de Proyectos de Electrificación Rural, a Nivel de Perfil. Disponible de https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/energia/Diseno_ELECTRIFICACION_RURAL_corregido.pdf
- Mejia Falcon, V y Muñoz Alva, O. (2023). *Facultad de Ingeniería y Arquitectura*. Edu.pe. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/119193/Mejia_FV-Mu%20c3%b1oz_AOE-SD.pdf?sequence=5&isAllowed=y
- [Mejía, V.](#) y [Suárez, H.](#) (2021). Diseño de un aerogenerador eólico para cubrir la demanda eléctrica al laboratorio de ingeniería mecánica y eléctrica de la Universidad Nacional de Jaén. Universidad Nacional de Jaén, <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/162>
- MINEM. (2016). Atlas eólico del Perú. *Diario Oficial El Peruano*, 104. <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00367.pdf>

- Mora, S. & Tinjacá, F. (2021). “Análisis estadístico de la Velocidad y Dirección del Viento basado en Modelo de Distribución Rayleigh”, *LADEE*, vol. 2, no. 2, pp. 32–39, 2021. <https://doi.org/10.17981/ladee.02.02.2021.4>
- Molinero, D., López, V., & Cervantes, A. (2020). Propuesta de diseño aerodinámico para reducción de turbulencia en la estela de rotación en turbinas eólicas de baja capacidad HAWT. *Revista de Simulación Computacional*, 4(12), 20-29. https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Simulacion_Computacional/vol4num12/Revista_de_Simulacion_Computacional_V4_N12_3.pdf
- Organización Meteorológica Mundial. (2020). *Boletín de la Organización Meteorológica Mundial*, 69(2). https://repositorio.aemet.es/bitstream/20.500.11765/13578/1/Boletin_OMM_69_2%2810%29.pdf
- Pineda-Ortiz, J. C., Barona-Mejía, A., Rubio-Clemente, A., & Chica-Arrieta, E. L. (2022). *Assessment of the Wind Power Potential in the Gulf of Urabá, Department of Antioquia. Ingeniería e Investigación*, 42(3), e92351. <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v42n3/0120-5609-iei-42-03-e211.pdf>
- Povis, J. (2016). Estudio comparativo de perfiles aerodinámicos de álabes para una turbina eólica de 3 KW mediante método analítico y simulación numérica. *Repositorio de La PUCP*, 111. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/7397>
- Rubio Rodríguez, B. J. (2024). *Estudio de caso: Energía eólica para generación de energía eléctrica a nivel urbano*. [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad de Guayaquil, Facultad de Ingeniería Industrial]. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de [ResearchGate](https://www.researchgate.net/publication/379568651_ESTUDIO_DE_CASO_ENERGIA_EOLICA_PARA_GENERACION_DE_ENERGIA_ELECTRICA_A_NIVEL_URBANO). https://www.researchgate.net/publication/379568651_ESTUDIO_DE_CASO_ENERGIA_EOLICA_PARA_GENERACION_DE_ENERGIA_ELECTRICA_A_NIVEL_URBANO
- Schmerler, D., Velarde, J. C., Rodríguez, A., & Solís, B. (2019). Energías Renovables: Experiencia y Perspectivas en la Ruta del Perú Hacia la Transición Energética. *Organismo Supervisor de La Inversión En Energía y Minería*, 143. https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Energias-Renovables-Experiencia-Perspectivas.pdf
- Shruti, S., Athanikar. (2022). Diseño y análisis de una turbina eólica de eje vertical con masa optimizada de perfil de pala NACA0018. Doi: 10.1109/I4C57141.2022.10057677
- Tineo, O. & Vásquez, G. (2024). *Universidad Nacional de Jaén*. Edu.pe. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/699/3/T_Oblitas%20Tineo_V%c3%a1squez%20G%c3%b3mez_IME_2024.pdf
- U.S. Department of Energy. (2015). Wind Energy Vision : A New Era for Wind Power in the United States. *US Department of Energy*. https://www.energy.gov/sites/default/files/2015/03/f20/wv_full_report.pdf
- Umesh, C. , Dhiraj, G., Ranveer, G., Hritika, A., Vaibhav, U., Kedar, U. & Nitin, S.(2022). Diseño y análisis de palas de turbinas eólicas energéticamente eficientes. Serie de conferencias IOP: Ciencia e ingeniería de materiales, doi: 10.1088/1757-899x/1272/1/012020
- Vanesa, L. (2017). Energía eólica y territorios en Argentina: proyectos en el sur de la provincia de Buenos Aires entre fines del siglo XX y principios del siglo XXI. [Universidad Nacional del Sur]. In *Universidad Nacional del Sur*. https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4197/TESIS_DOCTORAL.ClementiLuciana_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Vera, B. y Lizana, P. (2020). Diseño de un aerogenerador para suministro de energía eléctrica al Sector El Pongo, de la Ciudad De Jaén - Perú, 2020. http://repositorio.unj.edu.pe/bitstream/UNJ/455/1/Vera_BRV_Lizana_PEP.pdf
- Vértiz Osores, J. J., Rutte, R., Vilchez Ochoa, G., Aquije Dapozzo, C. L., & Cucho Flores, R. R. (2020). Energía del viento para aerogeneración: Una experiencia exitosa. *Revista de Investigación Científica y Tecnológica Alpha Centauri*, 1(1). <https://journalalphacentauri.com/index.php/revista/article/view/5/7>
- Vesperinas Espejo, V. (2020). *Modelización y control de un aerogenerador de velocidad variable* [Trabajo de fin de grado, Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona] <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/178063/v-ctor-vesperinas-espejo-modelizaci-n-y-control-de-un-aerogenerador-de-velocidad-variable.pdf>
- Yerrén Suárez, J. E., Arboleda Orozco, F., Huamán Lozano, S., Barrón López, J. P., & Takahashi Guevara, K. (2021). *Manual técnico de instalación y operación de estaciones (Versión 01)*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/00711SENA-53.pdf>
- Zabaloy, M. F., Guzowski, C., & Recalde, M. Y. (2023). Políticas públicas para la transición energética argentina: pasado, presente y futuro. In *Revista estudios de políticas públicas* (Vol. 9, pp. 95–112). scielocl. http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-62962023000100095&nrm=iso

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la fortaleza y la sabiduría necesaria para culminar esta etapa de mi formación profesional, a mis padres y a mis hermanos que siempre estuvieron presentes en cada logro y dificultad de este camino, por enseñarme que con esfuerzo y dedicación todo se puede lograr, Por brindarme su apoyo en los momentos más difíciles y por estar siempre pendientes de cada paso que di, acompañándome con su cariño y confianza para culminar esta meta.

Isaias Livia Ticlahuanca

AGRADECIMIENTO

Agradezco profundamente a Dios por brindarme la salud y la fortaleza necesaria; así mismo, extendiendo mi gratitud a todas las personas que estuvieron presentes en este proceso, quienes, con su apoyo tanto emocional como profesional, contribuyeron de manera significativa a mi crecimiento personal y académico.

De manera especial, agradezco a los docentes de la universidad por su dedicación, enseñanzas y constante guía, que me han motivado a desenvolverme con responsabilidad y compromiso en la búsqueda de ser un buen profesional. Asimismo, valoro el respaldo de mis familiares y amigos, quienes con sus palabras de aliento y comprensión hicieron posible superar las dificultades y mantenerme firme en la consecución de mis objetivos.

Isaias Livia Ticlahuanca

Anexo 2. Cuestionario para medir la proyección de demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del Sector Gallineros

Código de usuario: [.....]
Fecha: [.....]
Lugar: [.....]

1. Equipos eléctricos que dispondría su hogar una vez que se instale el suministro eléctrico.

Aparato Eléctrico	Si	No	Cantidad
Refrigerador			
Televisor			
Computadora			
Plancha eléctrica			
Puntos de Iluminación LED			
Cargador de teléfono			
Radio o equipos de sonido			
Otros			

2. Horas de uso diario por equipo

Aparato Eléctrico	Nº horas
Refrigerador	
Televisor	
Computadora	
Plancha eléctrica	
Puntos de Iluminación LED	
Cargador de teléfono	
Radio o equipos de sonido	
Otros	

3. Tiene expectativas para adquirir otros equipos electrónicos en los próximos años

Aparato Eléctrico	Cantidad
Refrigerador	
Televisor	
Computadora	
Plancha eléctrica	
Puntos de Iluminación LED	
Cargador de teléfono	
Radio o equipos de sonido	
Otros	

Ficha consolidada para medir la proyección de demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del sector Gallineros

Aparato Eléctrico	Potencia (W)	Horas de Uso Diario	Consumo Diario (Wh)	Consumo Mensual (kWh)
Refrigerador				
Televisor				
Computadora				
Plancha eléctrica				
Puntos de Iluminación LED				
Cargador de teléfono				
Radio o equipos de sonido				
Otros				
Total				

Anexo 3. Consentimiento informado



CONSENTIMIENTO INFORMADO

Por medio de la presente doy mi consentimiento para participar en la investigación titulada: **EVALUACIÓN ENERGÉTICO-EÓLICO Y PROPUESTA DE DISEÑO DE UNA TURBINA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL SECTOR GALLINEROS, SAN IGNACIO, CAJAMARCA, 2024.**

Mediante la presente manifiesto que he sido informado(a) acerca del objetivo del estudio y su importancia, explicándome que mi participación consistirá en otorgar mi permiso para participar voluntariamente en la mencionada investigación, y que en específico mi participación solo consistirá en contestar cuestionarios referentes al tema.

También declaro que conozco el procedimiento de mi participación y puedo realizar cualquier pregunta y aclarar dudas acerca de los procedimientos que se llevará a cabo.

Además, considero que conservo el derecho de retirarme en cualquier momento que lo considere conveniente, los responsables de la investigación me han garantizado la confidencialidad de la información, además que no se publicarán ningún dato como informante.

Sector Gallineros, junio del 2024

Firma del Investigador

Firma del participante

Anexo 4. Validación de instrumentos

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	7 / 8 / 2024
Validador	ING. MARIO OLIVERA ALDANA
Cargo e institución donde labora	DOCENTE UNI
Instrumento a validar	Ficha para medir la velocidad del viento y la demanda del consumo de energía eléctrica
Objetivo del instrumento	Medir la velocidad del viento, y determinar la demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del sector Gallineros
Autor(es) del instrumento	Elaboración propia.


II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 50% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 50% y 75% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 75% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.		X		
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.		X		
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.			X	
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.		X		
TOTAL					

Evaluación cualitativa: Deficiente Regular Buena


 DNI. 17801976

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

Formato de Validación de Criterios de Expertos

I. Datos Generales

Fecha	07/08/2024
Validador	JOSE ANDRÉS FERNÁNDEZ PÉRA
Cargo e institución donde labora	DOCENTE - UMS - IMA.
Instrumento a validar	Ficha para medir la velocidad del viento y la demanda del consumo de energía eléctrica
Objetivo del instrumento	Medir la velocidad del viento, y determinar la demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del sector Gallineros
Autor(es) del instrumento	Elaboración propia


II. Criterios de validación del instrumento

Revisar cada ítem del instrumento de recolección de datos y marcar con una equis (X) según corresponda a cada uno de los indicadores de la ficha teniendo en cuenta:

0	Deficiente (D)	Si menos del 50% de los ítems cumplen con el indicador
1	Regular (R)	Si entre el 50% y 75% de los ítems cumplen con el indicador
2	Buena (B)	Si más del 75% de los ítems cumplen con el indicador

Criterios	Indicadores	D (0)	R (1)	B (2)	Observación
PERTINENCIA	Los ítems miden lo previsto en los objetivos de investigación.			X	
COHERENCIA	Responden a lo que se debe medir en la variable, dimensiones e indicadores.			X	
CONGRUENCIA	Están acorde con el avance de la ciencia y tecnología.		X		
SUFICIENCIA	Son suficientes en cantidad para medir los indicadores de la variable.			X	
OBJETIVIDAD	Se expresan en comportamientos y acciones observables y verificables.			X	
CONSISTENCIA	Se han formulado en relación a la teoría de las dimensiones de la variable.			X	
ORGANIZACIÓN	Son secuenciales y distribuidos de acuerdo a dimensiones.			X	
CLARIDAD	Están redactados en un lenguaje claro y entendible.			X	
OPORTUNIDAD	El instrumento se aplica en un momento adecuado.		X		
ESTRUCTURA	El instrumento cuenta con instrucciones y opciones de respuesta bien definidas.			X	
TOTAL					

Evaluación cualitativa: Deficiente Regular Buena


 DNI: 27746869

Anexo 5. Información recolectada mediante anemómetro

Fecha	Hora	Velocidad del Viento (m/s)	Temperatura
28/11/2024	12:21	1.25	23.07
6/12/2024	11:50	5.88	26.82
21/12/2024	13:19	2.89	29.14
28/12/2024	10:10	3.67	27.34
29/12/2024	15:36	4.30	26.91
3/01/2025	14:39	4.70	27.59
5/01/2025	17:21	5.61	25.23
6/01/2025	12:21	1.28	18.00
7/01/2025	11:50	5.88	26.82
8/01/2025	13:19	2.79	29.14
9/01/2025	10:10	3.67	25.00
10/01/2025	15:36	4.30	26.91
11/01/2025	14:39	4.70	27.59
12/01/2025	17:21	5.61	25.23
13/01/2025	12:21	1.59	22.00
14/01/2025	11:50	5.88	26.82
15/01/2025	13:19	2.89	29.14
16/01/2025	10:10	3.67	27.34
17/01/2025	15:36	4.30	26.91
18/01/2025	14:39	4.70	27.59
19/01/2025	17:21	5.61	25.23
20/01/2025	12:21	1.64	23.07
21/01/2025	11:50	5.88	26.82
22/01/2025	13:19	2.89	29.14
23/01/2025	10:10	3.67	27.34
24/01/2025	15:36	4.30	26.91
25/01/2025	14:39	4.70	27.59
26/01/2025	17:21	5.61	25.23
27/01/2025	12:21	1.34	23.07
28/01/2025	11:50	5.88	26.82
29/01/2025	13:19	2.89	29.14
30/01/2025	10:10	3.67	27.34
31/01/2025	15:36	4.30	26.91
1/02/2025	14:39	4.70	27.59
2/02/2025	17:21	5.61	25.23
3/02/2025	12:21	1.24	23.07
4/02/2025	11:50	5.87	26.82
5/02/2025	13:19	2.88	29.14
6/02/2025	10:10	3.66	27.34
7/02/2025	15:36	4.29	26.91
8/02/2025	14:39	4.69	24.00
9/02/2025	17:21	5.60	25.23
10/02/2025	12:21	1.82	23.07
11/02/2025	11:50	5.87	26.82
12/02/2025	13:19	2.88	29.14
13/02/2025	10:10	3.66	27.34
14/02/2025	15:36	4.29	26.91
15/02/2025	14:39	4.69	25.00
16/02/2025	17:21	5.60	25.23
17/02/2025	12:21	1.88	23.07
18/02/2025	11:50	5.87	26.82
19/02/2025	13:19	2.88	29.14
20/02/2025	10:10	3.66	27.34
21/02/2025	15:36	4.29	26.91
22/02/2025	14:39	4.69	27.59
23/02/2025	17:21	5.60	25.23
24/02/2025	12:21	1.98	18.00
25/02/2025	11:50	5.87	26.82
13/04/2025	17:21	5.58	25.23
14/04/2025	12:21	1.63	23.07
15/04/2025	11:50	5.85	26.82
16/04/2025	13:19	2.86	29.14
17/04/2025	10:10	3.64	27.34
18/04/2025	15:36	4.27	26.91
19/04/2025	14:39	4.67	27.59
20/04/2025	17:21	5.58	25.23
21/04/2025	12:21	1.54	24.00
22/04/2025	11:50	5.85	26.82
23/04/2025	13:19	2.86	29.14
24/04/2025	10:10	3.64	27.34
25/04/2025	15:36	4.27	26.91
26/04/2025	14:39	4.67	27.59
27/04/2025	17:21	5.58	25.23
28/04/2025	12:21	1.65	27.00
29/04/2025	11:50	5.85	26.82
30/04/2025	13:19	2.86	29.14
1/05/2025	10:10	3.64	27.34
2/05/2025	15:36	4.27	26.91
3/05/2025	14:39	4.67	27.59
4/05/2025	17:21	5.58	25.23
5/05/2025	12:21	1.22	25.00
6/05/2025	11:50	5.84	26.82
7/05/2025	13:19	2.85	29.14
8/05/2025	10:10	3.63	27.34
9/05/2025	15:36	4.26	26.91
10/05/2025	14:39	4.66	27.59
11/05/2025	17:21	5.57	25.23
12/05/2025	12:21	1.31	26.00
13/05/2025	11:50	5.84	26.82
14/05/2025	13:19	2.85	29.14
15/05/2025	10:10	3.63	27.34
16/05/2025	15:36	4.26	26.91
17/05/2025	14:39	4.66	27.59
18/05/2025	17:21	5.57	25.23
19/05/2025	12:21	1.63	22.00
20/05/2025	11:50	5.84	26.82
21/05/2025	13:19	2.85	29.14
22/05/2025	10:10	3.63	27.34
23/05/2025	15:36	4.26	26.91
24/05/2025	14:39	4.66	27.59
25/05/2025	17:21	5.57	25.23
26/05/2025	12:21	1.93	21.00
27/05/2025	11:50	5.84	26.82
28/05/2025	13:19	2.85	29.14
29/05/2025	10:10	3.63	27.34
30/05/2025	15:36	4.26	26.91
31/05/2025	10:10	3.63	27.34
1/06/2025	15:36	4.26	26.91
2/06/2025	14:39	4.66	27.59
3/06/2025	17:21	5.57	25.23
4/06/2025	12:21	1.43	23.07
5/06/2025	11:50	5.84	26.82
6/06/2025	13:19	2.85	29.14
7/06/2025	10:10	3.63	27.34
8/06/2025	15:36	4.26	26.91
9/06/2025	14:39	4.66	27.59
10/06/2025	17:21	5.57	25.23
11/06/2025	12:21	1.93	17.00
12/06/2025	11:50	5.84	26.82

26/02/2025	13:19	2.88	29.14	13/06/2025	13:19	2.85	29.14
27/02/2025	10:10	3.66	27.34	14/06/2025	10:10	3.63	27.34
28/02/2025	15:36	4.29	26.91	15/06/2025	15:36	4.26	26.91
1/03/2025	14:39	4.69	27.59	16/06/2025	14:39	4.66	27.59
2/03/2025	17:21	5.60	25.23	17/06/2025	17:21	5.57	25.23
3/03/2025	12:21	1.62	23.07	18/06/2025	12:21	1.70	16.00
4/03/2025	11:50	5.87	26.82	19/06/2025	11:50	5.84	26.82
5/03/2025	13:19	2.88	29.14	20/06/2025	13:19	2.85	29.14
6/03/2025	10:10	3.66	27.34	21/06/2025	10:10	3.63	27.34
7/03/2025	15:36	4.29	26.91	22/06/2025	15:36	4.26	26.91
8/03/2025	14:39	4.69	27.59	23/06/2025	14:39	4.66	27.59
9/03/2025	17:21	5.60	25.23	24/06/2025	17:21	5.57	25.23
10/03/2025	12:21	1.23	23.07	25/06/2025	12:21	1.64	17.00
11/03/2025	11:50	5.86	26.82	26/06/2025	11:50	5.84	26.82
12/03/2025	13:19	2.87	29.14	27/06/2025	13:19	2.85	29.14
13/03/2025	10:10	3.65	27.34	28/06/2025	10:10	3.63	27.34
14/03/2025	15:36	4.28	26.91	29/06/2025	15:36	4.26	26.91
15/03/2025	14:39	4.68	27.59	30/06/2025	10:10	3.63	27.34
16/03/2025	17:21	5.59	25.23	1/07/2025	15:36	4.26	26.91
17/03/2025	12:21	1.22	23.07	2/07/2025	14:39	4.66	27.59
18/03/2025	11:50	5.85	26.82	3/07/2025	17:21	5.57	25.23
19/03/2025	13:19	2.86	29.14	4/07/2025	12:21	1.60	15.00
20/03/2025	10:10	3.64	27.34	5/07/2025	11:50	5.84	26.82
21/03/2025	15:36	4.27	26.91	6/07/2025	13:19	2.85	29.14
22/03/2025	14:39	4.67	27.59	7/07/2025	10:10	3.63	27.34
23/03/2025	17:21	5.58	25.23	8/07/2025	15:36	4.26	26.91
24/03/2025	12:21	1.60	23.07	9/07/2025	14:39	4.66	27.59
25/03/2025	11:50	5.85	26.82	10/07/2025	17:21	5.57	25.23
26/03/2025	13:19	2.86	29.14	11/07/2025	12:21	1.57	19.00
27/03/2025	10:10	3.64	27.34	12/07/2025	11:50	5.84	26.82
28/03/2025	15:36	4.27	26.91	13/07/2025	13:19	2.85	29.14
29/03/2025	14:39	4.67	27.59	14/07/2025	10:10	3.63	27.34
30/03/2025	17:21	5.58	25.23	15/07/2025	15:36	4.26	26.91
31/03/2025	12:21	1.60	18.00	16/07/2025	14:39	4.66	27.59
1/04/2025	11:50	5.85	26.82	17/07/2025	17:21	5.57	25.23
2/04/2025	13:19	2.86	29.14	18/07/2025	12:21	1.69	18.00
3/04/2025	10:10	3.64	27.34	19/07/2025	11:50	5.84	26.82
4/04/2025	15:36	4.27	26.91	20/07/2025	13:19	2.85	29.14
5/04/2025	14:39	4.67	27.59	21/07/2025	10:10	3.63	27.34
6/04/2025	17:21	5.58	25.23	22/07/2025	15:36	4.26	26.91
7/04/2025	12:21	1.61	23.07	23/07/2025	14:39	4.66	27.59
8/04/2025	11:50	5.85	26.82	24/07/2025	17:21	5.57	25.23
9/04/2025	13:19	2.86	29.14	25/07/2025	12:21	1.18	17.00
10/04/2025	10:10	3.64	27.34	26/07/2025	11:50	5.84	26.82
11/04/2025	15:36	4.27	26.91	27/07/2025	13:19	2.85	29.14
12/04/2025	14:39	4.67	27.59	28/07/2025	10:10	3.63	27.34
				29/07/2025	15:36	4.26	26.91
				30/07/2025	16:36	4.30	26.91

Anexo 6. Factura de Solidwordks



Lindbergh Mendoza Montenegro
06801
Perú

Factura

Número de referencia: 513068715
(necesario para todas las consultas)

Fecha de facturación: 27 ago 2025

Número de facturación: AKD-736121031492

Información de la factura

N.º	Nombre del producto	Cant.	IVA	Precio a pagar
1	SOLIDWORKS Student Edition 2025 Entrega: electrónico	1	18 %	249,90 PEN 53,01 PEN
			Subtotal:	53,01 PEN
			IVA (18 % de 53,01 PEN):	9,54 PEN
			Importe total:	62,55 PEN

Salvo que se indique lo contrario, la fecha de entrega coincide con la fecha de facturación.

Total a pagar:
62,55 PEN

Datos de pago

Su tarjeta de crédito (xxxxxxxxxxxx2948) ha sido autorizada correctamente. Por favor, tenga en cuenta que el cargo en su tarjeta de crédito aparecerá como "www.cleverbridge.net".

Si desea cancelar su compra, siga las instrucciones del último correo electrónico que le enviamos o póngase en contacto con nuestro servicio de atención al cliente: support.cleverbridge.com.

Cleverbridge GmbH es el vendedor en esta transacción.
Tunisstr. 19-23, 50667, Colonia, Alemania

Dirección ejecutiva:
Richard J. Stevenson, Markus Scheuermann, Radu
Immenroth

Tribunal de registro: Tribunal municipal de
Colonia / HRB 111750
Número RUC: 20613400363

Datos bancarios:

Titular de la cuenta: Cleverbridge GmbH
Número de cuenta: 0192144405
Código de identificación bancaria: 37070060
Nombre de la entidad bancaria: Deutsche Bank
IBAN: DE04370700600192144405
BIC (SWIFT): DEUTDE33XXX



Anexo 7. Evidencias fotográficas

Cuestionario para medir la proyección de demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del Sector Gallineros

Código de usuario: [.....]
 Fecha: [28/12/2024]
 Lugar: [Gallineros]

1. Equipos eléctricos que dispondría su hogar una vez que se instale el suministro eléctrico.

Aparato Eléctrico	Si	No	Cantidad
Refrigerador	X		1
Televisor		X	
Computadora		X	
Plancha eléctrica	X		1
Puntos de Iluminación LED	X		5
Cargador de teléfono	X		3
Radio o equipos de sonido	X		1
Otros			

2. Horas de uso diario por equipo

Aparato Eléctrico	Nº horas
Refrigerador	18 horas
Televisor	
Computadora	
Plancha eléctrica	10 minutos
Puntos de Iluminación LED	4 horas
Cargador de teléfono	3 horas
Radio o equipos de sonido	2 horas
Otros	

3. Tiene expectativas para adquirir otros equipos electrónicos en los próximos años

Aparato Eléctrico	Cantidad
Refrigerador	_____
Televisor	1
Computadora	_____
Plancha eléctrica	_____
Puntos de Iluminación LED	1
Cargador de teléfono	1
Radio o equipos de sonido	1
Otros Licuadora.	

NOMBRE: Humberto Welto Roman FIRMA: 

Cuestionario para medir la proyección de demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del Sector Gallineros

Código de usuario: [.....]
 Fecha: [28/12/2024]
 Lugar: [gallineros.]

1. Equipos eléctricos que dispondría su hogar una vez que se instale el suministro eléctrico.

Aparato Eléctrico	Si	No	Cantidad
Refrigerador	X		1
Televisor	X		1
Computadora	X		1
Plancha eléctrica			
Puntos de Iluminación LED	X		5
Cargador de teléfono	X		3
Radio o equipos de sonido	X		1
Otros Motor eléctrico	X		1

2. Horas de uso diario por equipo

Aparato Eléctrico	Nº horas
Refrigerador	18 horas
Televisor	2 horas
Computadora	
Plancha eléctrica	10 minutos
Puntos de Iluminación LED	4 horas
Cargador de teléfono	2 horas
Radio o equipos de sonido	2 horas
Otros Motor eléctrico	2 horas

3. Tiene expectativas para adquirir otros equipos electrónicos en los próximos años

Aparato Eléctrico	Cantidad
Refrigerador	—
Televisor	—
Computadora	1
Plancha eléctrica	—
Puntos de Iluminación LED	1
Cargador de teléfono	1
Radio o equipos de sonido	1
Otros	

NOMBRE: Maria Roman Roman

FIRMA: 

Cuestionario para medir la proyección de demanda del consumo de energía eléctrica por hogar del Sector Gallineros

Código de usuario: [.....]
 Fecha: [28/12/2024]
 Lugar: [Gallineros]

1. Equipos eléctricos que dispondría su hogar una vez que se instale el suministro eléctrico.

Aparato Eléctrico	Si	No	Cantidad
Refrigerador	X		1
Televisor	X		1
Computadora	X		1
Plancha eléctrica		X	
Puntos de Iluminación LED	X		5
Cargador de teléfono	X		3
Radio o equipos de sonido	X		2
Otros Linternas recargables	X		3

2. Horas de uso diario por equipo

Aparato Eléctrico	Nº horas
Refrigerador	18 horas
Televisor	4 horas
Computadora	
Plancha eléctrica	10 minutos
Puntos de Iluminación LED	4 horas
Cargador de teléfono	3 horas
Radio o equipos de sonido	2 horas
Otros Linterna recargable	2 horas

3. Tiene expectativas para adquirir otros equipos electrónicos en los próximos años

Aparato Eléctrico	Cantidad
Refrigerador	—
Televisor	—
Computadora	—
Plancha eléctrica	—
Puntos de Iluminación LED	1
Cargador de teléfono	2
Radio o equipos de sonido	1
Otros	

NOMBRE: Thomas Huaman Morelo

FIRMA: 

Anexo 8. Fichas técnicas

a) Cable concéntrico de aluminio de 2x6 mm²



Avp. Alameda del Norte Mz. B1 Lt. 1
 Puente Piedra - Lima - Lima
 Entel: +51 (1)998149246 RPM: +51 (1)#952842343
 E-mail: aragcu12@gmail.com /
 aragcu12@hotmail.com / aragcu13@gmail.com
 Web: www.aragcu.com

CABLE CONCENTRICO DE ALUMINIO DE 2x6 mm²

	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	VALOR REQUERIDO	V. GARANTIZADO
1	GENERAL			
	Fabricante			HENAN JINSHUI CABLE GROUP CO.,LTD
	País de fabricación			CHINA
	Norma		<i>NTP IEC 60502-1</i>	<i>NTP IEC 60502-1</i>
2	CABLE CONCENTRICO			
+	Designación			
	Numero de fases, conformación y sección nominal		2 x 6 mm ²	2 x 6 mm ²
	Tensión Nominal U ₀ /U (Um)	Kv	0.6/1 (1.2)	0.6/1 (1.2)
	Temperatura máxima a condiciones normales	°C	90	90
	Temperatura máxima en régimen de sobrecarga	°C	130	130
	Temperatura máxima en cortocircuito (5 s. Máximo)	°C	250	250
3	CONDUCTOR DE FASE			
	Conductor			
	Normas		<i>NTP IEC 60228</i>	<i>NTP IEC 60228</i>
	Material		Aluminio duro	Aluminio duro
	Pureza	%	99.5	99.5
	Sección nominal	mm ²	6	6
	Clase		2	2
	Numero de hilos		7	7
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /km	28.264	28.264
	Conductividad	% IACS	61	61
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	4.61	4.61
	Aislamiento			
	Material		XLPE (Polietileno reticulado)	XLPE (Polietileno)
	Color		Natural o blanco	Natural o blanco
	Espesor nominal promedio	Mm	0.7	0.7
	Espesor mínimo en un punto	mm	0.6	0.6
	Tensión de ensayo de rigidez dieléctrica a frecuencia industrial	Kv	3.5	3.5
	Resistencia mínima a la tracción	N/mm ²	12.5	12.5
	Elongación (elongamiento hasta la rotura) mínima	%	200	200
4	CONDUCTOR NEUTRO CONCENTRICO			
	Normas		<i>NTP IEC 60228</i>	<i>NTP IEC 60228</i>
	Material		Aluminio duro	Aluminio duro
	Pureza	%	99.5	99.5
	Sección nominal	mm ²	6	6
	Clase		2	2
	Resistividad eléctrica a 20 °C	Ohm-mm ² /km	28.264	28.264
	Conductividad	% IACS	61	61
	Resistencia eléctrica máxima en CC a 20°C	Ohm/km	4.61	4.61
	Formación		Helicoidal	Helicoidal
	Cubrimiento mínimo de la superficie del aislamiento o relleno	%	90	90

b. Aluminum self carrying type CAAI 3x16+NA25mm2

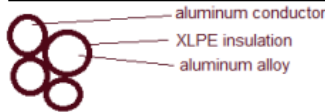
HENAN JINSHUI CABLE GROUP CO., LTD.



Aluminum self carrying type CAAI 3x16+NA25mm2

Page 1 of 1

DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED VALUE
Country of origin:		Republic of China
Manufacturer :		Henan Jinshui Cable Group CO., LTD
Norms :		IEC60889; IEC61089; IEC 60104
Rated voltage	kV	0.6/1
Phase Conductor Material :		Aluminum 1350-H19
Phase Conductor class :		AA
Conductivity :	%IACS	61
Nominal section:	mm ²	16
Nos of phase conductor		3
Density at 20 C:	kg / m ³	2703
Resistivity at 20C	Ωmm ² /m	0.028264
Resistivity coefficient	1/C	0.00403
Max. resistance at 20 C	Ω/km	1.91
Number of strands		7
Diameter of compacted strands	mm	5.1
Max, strand diameter variation	mm	± 0.2
Min, breaking point charge	KN	2.89
Material of insulation		XLPE (black)
Thickness of insulation	mm	1.14
Neutral Conductor Material :		Aluminum alloy 6201-T81
Neutral Conductor class :		AA
Conductivity :	%IACS	52.5
Nominal section:	mm ²	25
Nos of Neutral conductor		1
Density at 20 C:	kg / m ³	2690
Resistivity at 20C	Ωmm ² /m	0.032841
Max. resistance at 20 C	Ω/km	1.3511
Number of strands		7
Diameter of strands	mm	6.40
Max, strand diameter variation	mm	± 0.2
Min, breaking point charge	KN	7.72
Material of insulation		XLPE (black)
Thickness of insulation	mm	1.14



Weitao



c. Interruptor Termomagnético 2x32A 220V-10KA Bticino

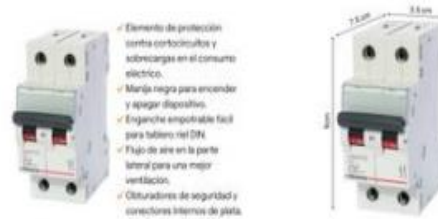


Catálogo Interruptores termomagneticos



Interruptor Termomagnético 2x32A 220V-10KA Bticino

Bticino 17198



FICHA TÉCNICA

Color principal Blanco	Características Manija negra para encender y apagar dispositivo, porta etiqueta ergonómico para facil identificación en caso de un fallo eléctrico, enganche empotrable fácil para tablero riel DIN, obturadores de seguridad y conectores internos de plata, flujo de aire en la parte lateral para una mejor ventilación, protección a las instalaciones eléctricas de sobrecargas y cortocircuitos.
Garantía 1 Año	Observaciones Monofásico con poder de ruptura de 10ka ante un cortocircuito, Tipo de curva C, Bornes de gran capacidad de 35mm, Copytracer para protección contra falsificaciones.
Profundidad Del Producto 7.5 cm	Recomendaciones De Uso Tener en cuenta que el tablero electrico a instalar sea tipo riel, tener en cuenta el calibre del cable antes de instalar el interruptor termomagnético.
Altura Del Producto 9 cm	Modelo 2x32A Btdin
Tipo de Producto Interruptor	Ancho Del Producto 3.5 cm
Sub Tipo de Producto Termomagnético	Material PVC
Marca Bticino	Peso Del Producto .26 kg
Amperaje 32 A	Advertencia de uso Prohibido tocar las unidades con las manos mojadas, no usar productos de limpieza líquidos o aerosoles.
Frecuencia 50-60 Hz	Número de piezas 1
Uso Para cualquier instalación eléctrica.	Voltaje 220-400 V

Despacho a Domicilio

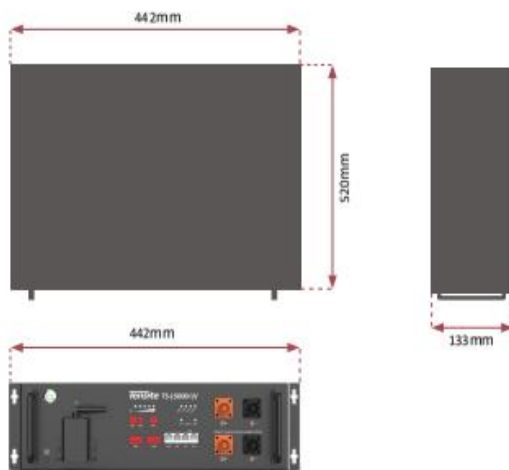
Financiamiento



d. FT-Bateria-TS-L5000-LV



DIMENSIONES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de batería	Litio LiFePO4
Energía total*	4,8 kWh
Energía utilizable (DC)*	4,3 kWh
Potencia nominal de carga/descarga	3,0 kW
Potencia máxima (solo descarga)	6 kW por 3s
Voltaje	42~54Vdc
Corriente constante (solo descarga)	100 A
Voltaje nominal	48 Vdc
Corriente nominal	60 A
Voltaje de carga máxima	54,75 Vdc
Peso	43kg
Dimensiones (mm)	442*133*520mm
DOD máximo recomendado	97%
Condición de uso	Interior
Temperatura de carga	de 0~50°C
Temperatura de descarga	de -10~55°C
Rango de frecuencia WiFi	2400MHz~2483MHz
Humedad	<60% (sin agua condensada)
Categoría de sobrevoltaje	II
Tipo de enfriamiento	Enfriamiento natural
Material de caja	Metal
Color	Blanco o negro
Instalación	Montaje en pared / Instalación en suelo
Clasificación del IP	IP 20
Clase protectora	I
Máx. Número de conexiones en paralelo	16P
Garantía	5 años
Tiempo de vida	> 15 años
Comunicación	CAN / RS485
Modo de protección	Doble protección de hardware
Protección de la batería	Sobrecorriente/Sobrevoltaje/Cortocircuito/Bajo voltaje/Sobretemperatura
Seguridad	Cell UL 1973 CE/TUV
Clasificación de material peligroso	9
Transporte	UN 38.3
Certificado	UL CE TUV

Condiciones de prueba basadas en una temperatura de 25°C al comienzo de su vida útil.
*Energía total/Energía utilizable medida en condiciones específicas de Tensite 0.2 CC-VV

e. Medidor-Monofasico-Hexing-HXE12XS.



HEXE12CX

Medidor Convencional Monofásico
2 HILOS

Focus on creating value for clients



El HXE12CX es un medidor electrónico monofásico de 2 hilos, de energía activa simple y tarifa única perfectamente adecuado para el sistema residencial. Amplias funcionalidades anti-fraude ofrecen máxima seguridad para los valiosos datos de medición. Su proceso de fabricación de alta calidad permite al medidor ofrecer el rendimiento esperado, en entornos residenciales que lo convierten en la inversión ideal.

■ Generalidades

- Registra la energía en modo de seguridad
- Alta precisión y sensibilidad
- Posee sellado ultrasonido y cuenta con precintos que proporcionan un alto nivel antifraude; evitando que el medidor sea fácilmente dañado o manipulado.

■ Principales funcionalidades

- Medición: Mide energía activa (siempre positivo).
- Posee una batería interna que admite la visualización del display de forma legible sin necesidad de alimentación principal por más de 24 horas continuas.
- Memoria no volátil durante 12 meses.
- Vida garantizada certificada por 15 años. Adicionalmente Hexing respalda la garantía de sus medidores contra defectos de fabricación durante 3 años.
- LED de energía inversa
- El bloque de terminales se encuentra sellado con tornillo y la única forma de acceder a las terminales es rompiendo el precinto de seguridad.
- Señal eléctrica de salida adicional para contrastar el medidor (Salida SO).
- La información en la placa característica puede ser personalizada de acuerdo al requerimiento del cliente.
- Característica de la fuente de alimentación: inductivo

■ Especificaciones

Descripción	Valor
Precisión	Clase 1 (IEC)
Valor de medida	kWh, aditivo siempre positivo
Tipo de instalación	Directo (sin uso de transformadores de corriente)
Tensión	
Tensión de referencia	220V
Corriente	
Corriente base (In)	5A
Corriente máxima (Imax)	100A
Corriente de arranque	<0,4% In
Frecuencia	60Hz
Constante de impulso	2000 imp/kWh (indicador LED visible y salida de pulsos SO).
Muestreo	
Señal de voltaje	Resistiva
Señal de corriente	Shunt
Temperatura	
Rango de operación	-25°C a +65°C
Rango para el almacenamiento y transporte	-40°C a +70°C
Humedad	0% a 95%
Consumo de energía	
Consumo de energía en el circuito de voltaje (activa).	<2 W
Consumo de energía en el circuito de voltaje (aparente)	<10 VA.
Consumo de energía en el circuito de corriente	<4 VA
Resistencia de aislamiento	
Prueba de tensión de corriente alterna	4kV rms durante 1min.
Prueba de tensión de impulso	6kV durante 1,2/50 µs
EMC	
Descargas electrostáticas (Descarga de Contacto)	8kV
Descargas electrostáticas (Descargas de aire)	15kV
Prueba de Inmunidad a impulsos de sobretensión	4kV
Prueba de alteraciones transitorias rápidas	4kV
Terminal	
Diámetro de orificio terminal	Φ8mm
Área de calibre del conductor	De 2.5 a 16 mm ²
Tomillos del terminal	Bronce niquelado (Nickel plated brass)
Cubierta (Housing)	
Grado de protección	IP51
Cubierta del medidor	Reciclado de policarbonato con protección UV
Base del medidor	Policarbonato reciclado
Tapa bomera	Transparente de policarbonato reciclado
Norma de fabricación	ISO 75 e IEC 62052-11
Display	
Tamaño de LCD	57.2mm x 25.2mm x 2.8mm
Tamaño de dígito	Entero: 10mm x 5mm; Decimal: 8mm x 4mm
Configuración de pantalla	6 enteros + 1 decimal

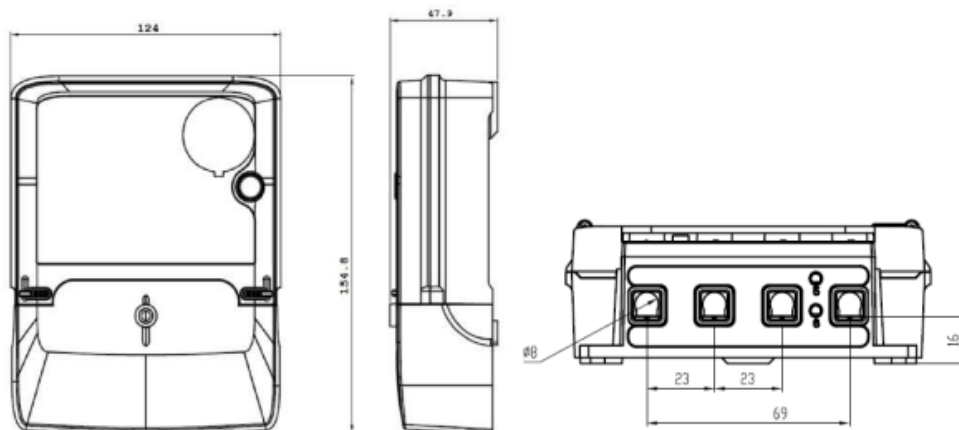


Peso	
Peso neto	Aprox. 0.48 kg.
Empaque	Aprox. 0.06 kg.
Dimensión	154.8mm x 124mm x 47.9mm (con tapa larga)

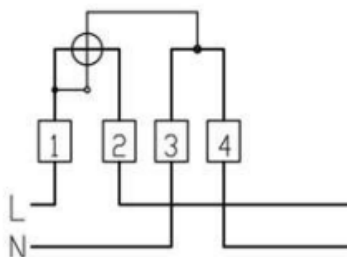
■ Estándar

ISO 9001	Gestión de la calidad
IEC62052-11	Equipo de medición de electricidad (a.c.) Requisitos generales, pruebas y condiciones de prueba - Parte 11: Equipo de medición
IEC62053-21	Equipo de medición de electricidad (a.c.) Requisitos particulares -Parte 21: Medidores estáticos para energía activa (clases 1 y 2)

■ Dimensiones



■ Diagrama de conexión (*)



Conexión asimétrica (1F2H)

(*) Este diagrama se mostrará impreso en la placa de datos del medidor.




f. Ficha técnica Goodwe Serie ET (15 - 30 kW)

GOODWE

Maximización del resguardo de energía para tejados fotovoltaicos de alta potencia

- ✓ Autonomía energética optimizada
- ✓ Operaciones inteligentes y eficientes
- ✓ Diseño moderno y compacto
- ✓ Máximos estándares de seguridad

La tendencia de aumentar el rendimiento de los módulos fotovoltaicos está influyendo en los requisitos generales de los sistemas fotovoltaicos. En la vanguardia del desarrollo, los inversores ET de GoodWe satisfacen de manera eficiente las necesidades de los potentes tejados solares para facilitar el resguardo de energía, la reducción de picos y la gestión de carga para una autonomía optimizada y un coste de energía reducido. La serie ET se puede combinar con diversas marcas y capacidades de batería, incluida GoodWe Lynx Home F.

-  Nivelación de cargas punta
-  Conmutación del SAI <10ms
-  Potente sobrecarga en el modo de resguardo



Serie ET

Inversor híbrido | 15 – 30kW | Hasta 3 MPPT | Trifásico | HV

EMEA

Datos técnicos	GW15K-ET	GW20K-ET	GW25K-ET	GW29.9K-ET
Entrada Batería				
Tipo de batería	Ion de litio			
Voltaje nominal de la batería (V)	500			
Rango de voltaje de la batería (V)	200 - 800			
Tensión de arranque (V)	180			
No. de entradas de batería	1	1	2	2
Máx. corriente continua de carga (A)	50	50	50 × 2	50 × 2
Máx. corriente continua de descarga (A)	50	50	50 × 2	50 × 2
Máx. potencia de carga (W)	15000	20000	25000	30000
Máx. potencia de descarga (W)	15000	20000	25000	30000
Entrada FV				
Máx. potencia de entrada (W) ¹	22500	30000	37500	45000
Máx. tensión de entrada (V) ²	1000			
Rango de tensión MPPT de funcionamiento (V)	200 - 850			
Tensión de arranque (V)	200			
Tensión nominal de entrada (V)	600			
Máx. corriente de entrada por MPPT (A)	30			
Máx. corriente de cortocircuito por MPPT (A)	38			
Número de seguidores (MPPT)	2		3	
Número de series FV por MPPT	2 / 2	2 / 2	2 / 2 / 2	2 / 2 / 2
Salida CA (Red)				
Potencia nominal de salida (W)	15000	20000	25000	29900
Potencia nominal aparente a red (VA)	15000	20000	25000	29900
Máx. potencia aparente a red (VA) ³	16500	22000	27500	29900
Máx. potencia aparente desde la red (VA) ³	15000	20000	25000	30000
Tensión nominal de salida (V)	380 / 400, 3L / N / PE			
Rango de tensión de salida (V) (Según normativa local) ⁴	0 - 300			
Frecuencia nominal de red (Hz)	50 / 60			
Rango de frecuencia de red (Hz)	45 - 65			
Máx. corriente de salida a red (A) ⁷	23.9	31.9	39.9	43.3
Máx. corriente desde la red (A) ³	21.7	29.0	36.2	43.3
Factor de potencia	~1 (Ajustable, desde 0.8 capacitivo a 0.8 inductivo)			
Máx. distorsión armónica total	<3%			
Salida CA (Reserva)				
Potencia nominal aparente de reserva (VA)	15000	20000	25000	29900
Máx. Potencia aparente de salida sin red (VA) ⁵	15000 (18000@60s, 24000@3s)	20000 (24000@60s, 32000@3s)	25000 (30000@60s)	30000 (36000@60s)
Máx. Potencia aparente de salida con red (VA)	15000	20000	25000	29900
Máx. corriente de salida (A)	22.7 (27.3@60s, 36.4@3s)	30.3 (36.4@60s, 48.5@3s)	37.9 (45.5@60s)	45.5 (54.5@60s)
Tensión nominal de salida (V)	380 / 400			
Frecuencia nominal de salida (Hz)	50 / 60			
Salida THDv (en carga lineal)	<3%			
Eficiencia				
Máx. eficiencia	98.0%			
Eficiencia europea	97.5%			
Máx. eficiencia de batería a Red	97.5%			
Eficiencia MPPT	99.9%			
Protecciones				
Monitorización de corriente por serie FV	Integrado			
Detección de la resistencia de aislamiento FV	Integrado			
Monitorización de la corriente residual	Integrado			
Protección contra polaridad inversa CC	Integrado			
Protección contra polaridad inversa de la batería	Integrado			
Protección anti-isla	Integrado			
Protección contra sobrecorriente CA	Integrado			
Protección contra cortocircuito CA	Integrado			
Protección contra sobretensión CA	Integrado			
Interruptor CC	Integrado			
Protección contra sobretensión CC	Tipo II			
Protección contra sobretensión CA	Tipo III			
AFCI	Opcional			
Apagado remoto	Integrado			
Datos generales				
Temperatura de operación (°C)	-35 ~ +60			
Humedad relativa	0 ~ 95%			
Altitud máx. de operación (m)	4000			
Método de refrigeración	Refrigeración mediante ventilación inteligente			
Interfaz de usuario	LED, WLAN + APP			
Comunicación con BMS	RS485 / CAN			
Comunicación con Medidor	RS485			
Comunicación con Portal	WIFI / 4G			
Peso (kg)	48	48	54	54
Medidas (ancho × alto × profundo mm)	520 × 660 × 220			
Emisión de ruido (dB)	<45	<45	<45	<60
Topología	No aislado			
Consumo nocturno (W) ⁶	<15			
Grado de protección	IP66			
Método de montaje	Montaje en pared			

1: Máx. potencia de entrada (W), no continua para 1.5 potencia normal.

*2: Para un sistema de 1000V, la tensión máxima de funcionamiento es de 950V.

*3: De acuerdo con la regulación de red local.

*4: Rango de tensión de salida (V): tensión de fase.

*5: Sólo se puede alcanzar si la energía fotovoltaica y la batería es suficiente.

*6: Sin salida de respaldo.

*7: Para una red de 380V, Máx. corriente CA de salida a red (A) es 25.0A para GW15K-ET, 33.3A para GW20K-ET, 41.7A para GW25K-ET, 49.8A para GW29.9K-ET.

*8: Cuando la carga está conectada al puerto de respaldo del inversor, la Máx. potencia aparente desde la red puede alcanzar los 22.5K para GW15K-ET, 30K para GW20K-ET, 33K para GW25K-ET y 33K para GW29.9K-ET respectivamente.

*9: Cuando la carga está conectada al puerto de respaldo del inversor, la Máx. corriente desde la red puede alcanzar los 34A para GW15K-ET, 45A para GW20K-ET, 50A para GW25K-ET y 50A para GW29.9K-ET respectivamente.

*: Visite el sitio web de GoodWe para ver los últimos certificados.

Anexo 9. Proformas



FACTURA PROFORMA

Página 1 de 1

ZEUS ELECTROTECH S.A.C.
RUC 20611513217

Fecha: 14/09/2025

Número de factura proforma: 2054

Remitente: Dirección: Sector Montegrande /Centro Persona de contacto: Jesus Regalado Guevara Tel.: Correo electrónico:	Método de envío:	Tipo de envío: EN OFICINA
	Puerto de carga:	Puerto de descarga:
Destinatario: Dirección: Jaén Persona de contacto: Isaias Livia Tichahuanca Tel.: 949 357 638 Correo electrónico:	Información adicional: Presupuesto aproximado dependiendo el precio del dólar	

Nº de referencia	Descripción del o los artículos	Número de unidades	Tipo de unidad (caja, pieza, etc.)	Precio unitario	Valor total declarado
T001-01	Inversor Híbrido	1		S/ 11,500.00	S/ 11,500.00
T001-02	Medidor monofásico	8		S/ 70.00	S/ 560.00
T001-03	Baterías	2		S/ 3,621.00	S/ 7,242.00
T001-04	Interruptor termomagnético	8		S/ 40.00	S/ 320.00
T001-05	Cabina Dieléctrica	1		S/ 4,000.00	S/ 4,000.00
T001-06	Postes de madera Chonta	10		S/ 200.00	S/ 2,000.00
T001-07	cable autoportante de aluminio	200		S/ 3.00	S/ 600.00
T001-08	Cable concéntrico autoportante	150		S/ 2.50	S/ 375.00
T001-09	Puesta a tierra	1		S/ 1,100.00	S/ 1,100.00

Valor total de esta página **S/ 27,697.00**

Valor total del envío

Nombre:
Jesus Regalado Guevara
 Gerente General

Firma:


Anexo 10. Evidencias fotográficas



Figura 30. Localización del proyecto en el sector Gallineros, provincia de San Ignacio



Figura 31. Localización del proyecto en el sector Gallineros, provincia de San Ignacio, donde se observan actividades agrícolas y viviendas dispersas



Figura 32. Ubicación precisa prevista para la instalación de la turbina eólica



Figura 33. Investigador efectuando mediciones anemométricas