

## Diseño e implementación de un prototipo de generador eólico doméstico en el anexo 14, San Ramón, Junín

### Design and implementation of a prototype of a domestic wind generator in annex 14, san Ramón, Junín

Benjamin Emerson Borda Luna<sup>1</sup> <sup>\*</sup>, Nathalie Ethel Lahura Albuja<sup>2</sup> . y Andrea Castro Cardenas<sup>3</sup> .

#### RESUMEN

El objetivo fue diseñar e implementar un micro aro generador doméstico multipala como alternativa de energía renovable. La investigación fue desarrollada en el periodo de abril a julio del 2022 en el anexo 14, Junín. La metodología empleada de la investigación fue de alcance explicativo y de diseño experimental. El diseño se compone de 5 aspas y accesorios, ejes de rotación, engranajes, generador eléctrico asíncrono con velocidad variable, base de giro, sistema de direccionamiento de viento y el sistema eléctrico compuesto por controladores, condensadores y resistores. Los resultados muestran un promedio de la velocidad de viento de 3.68 m/s, 86 RPM en el sistema mecánico, 20 000 RPM en el sistema del rotor, potencia eléctrica de 23.54 J/s, energía mecánica del aire de 0.966 J/Kg, eficiencia con un flujo másico de 2.85 J/s y una potencia de aire de 19.30 J/s generando así 5v de energía eléctrica máxima el cual fue puesto a prueba y logró encender un foco led de 2.5v. Concluyendo el proyecto pretende servir como material de apoyo para las futuras investigaciones relacionadas a la implementación de energías renovables debido a la importancia que representan para hacer frente al cambio climático.

**Palabras clave:** Eólico, generador, energía, revoluciones, engranaje.

#### ABSTRACT

The objective was to design and implement a multi-bladed domestic micro-grid generator as a renewable energy alternative, The research was carried out from April to July 2022 in Annex 14, Junín. The methodology used in this research was exploratory and experimental design. The design is made up of 2.5 blades and accessories, rotation shafts, gears, asynchronous electric generator with variable speed, turning base, wind direction system and the electrical system made up of controllers, capacitors and resistors. The results showed an average wind speed of 3.68 m/s, 86 RPM in the mechanical system, 20,000 RPM in the rotor system, electrical power of 23.54 J/s, mechanical air energy of 0.966 J/Kg, efficiency of 18% with a mass flow of 2.85 J/s and an air power of 19.30 J/s thus generating 5v of electrical energy which was put to the test and managed to turn on an LED spotlight. Concluding the project, it intends to serve as support material for future research related to the implementation of renewable energies due to the importance they represent to cope climate change.

**Keywords:** Wind, generator, energy, revolutions, gear.

DOI: <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v10i4.337>

Recibido: 02/07/2022. Aceptado: 10/11/2022

\* Autor para correspondencia

1. Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. Email: benjaminborda@gmail.com; [nathalielahura@gmail.com](mailto:nathalielahura@gmail.com)

2. Social and environmental fundation (ONG), País. Email: [andreacastrocardenas2001@gmail.com](mailto:andreacastrocardenas2001@gmail.com)

---

## INTRODUCCIÓN

La energía eólica es la energía que se obtiene del movimiento de las masas de aire, hoy en día el viento es una fuente de energía segura y económica en las instalaciones ubicadas en todo el mundo (Machado & Jarquín, 2014). Esta energía ha tenido un mayor crecimiento en los últimos años, presentando un incremento de forma exponencial lo cual se podría atribuir como una respuesta a la amenaza latente de escasez de los recursos energéticos tradicionales y su posible agotamiento (Perú, 2020).

Toctaguano (2011) los avances tecnológicos han situado a la energía eólica en una posición competitiva, en un futuro próximo, con la generación de energía tradicional. El autor alude que el coste de producción de electricidad por la acción del viento ha disminuido aproximadamente en un 80% en los últimos años. Al mismo tiempo, resalta que la capacidad instalada ha aumentado enormemente en comparación con el coste de producción actual de las plantas nucleares e hidráulicas y de combustible fósil.

Perú posee un gran potencial para producir energías renovables y con ello contribuir con el desarrollo sostenible mitigando el cambio climático. Según el diario Perú (2020) indica que en el país se han venido realizando estudios con la finalidad de encontrar los posibles puntos potenciales para la explotación de dicha energía, logrando encontrar diversos puntos en el litoral peruano por lo que la costa peruana representa un importante potencial para generar energía eólica, como explicó el investigador Franco, “Tenemos el mar frío, el desierto caliente, eso es una máquina térmica por excelencia y genera corrientes muy fuertes”.

No es casualidad que tres de los cinco parques eólicos de mayor capacidad (Wayra I, Tres Hermanas, Marcona, Cupisnique y Talara) se encuentren en esta zona del territorio. Tal como se ha mencionado se puede afirmar que ya se está generando energía eléctrica a partir de parques eólicos los cuales están interconectados al sistema eléctrico nacional (SEIN - MINEM, 2021).

Además se vienen realizando investigaciones para implementación y mejor aprovechamiento de esta energía en otras zonas del país, entre ellas la investigación un tanto reciente de Mucha (2021), quién propone un diseño estructural del alabe del aerogenerador espiral también denominado de Arquímedes y como resultado más importante notó que éste puede llegar a generar 500 watts de potencia a una velocidad de 2.3 m/s concluyendo que a medida que se incrementa el área de captación del aerogenerador se puede generar energía eléctrica a menores velocidades.

Con base de lo mencionado, el objetivo diseñar e implementar un microaerogenerador doméstico multipala como alternativa de energía renovable construido con materiales reciclables.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El estudio fue desarrollado en el anexo 14 ubicado en la margen derecha del río Tulumayo en la ciudad de San Ramón, Provincia de Chanchamayo, Región Junín. Sus coordenadas geográficas oscilan entre 11° 9' 42.6" S 75° 20' 16.1" W, cuenta con una altitud de 878 m s. n. m (De Perú, 2022), el clima generalmente es cálido y templado, posee una cantidad significativa de lluvia durante el año y su temperatura media anual es 17.7 °C (Climate Date, 2022).

La muestra de estudio se consideró al centro poblado anexo 14 que cuenta con 60 viviendas y 118 habitantes (INEI, 2022), donde se instaló un prototipo de generador eólico doméstico mediante el proceso de diseño e implementación en una vivienda del centro poblado. La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, debido a que se obtuvieron datos locales sobre la velocidad del viento, con el objetivo de estimar el potencial eólico y así determinar el modelo de aerogenerador más idóneo.

La línea de transformación constó de los siguientes subsistemas: Caracterización de velocidad de viento, captación, transmisión mecánica, generación eléctrica, regulación y control, soporte, almacenamiento de energía y prueba de funcionamiento. El alcance de la investigación fue explicativo y de diseño experimental de un aerogenerador de eje horizontal. Asimismo, se utilizó el tipo de investigación aplicada, dado que tuvo por finalidad el uso de energía limpia para el abastecimiento energético de una vivienda del Anexo 14.

Para poder medir la velocidad del viento de los meses de enero a febrero del 2022 se utilizó un anemómetro, debido a que un parámetro fundamental para el buen funcionamiento de los aerogeneradores es la densidad y velocidad del aire (Escobar, Eraso, Paz, & Morales, 2017).

Otro factor que también se tuvo en cuenta para el diseño del generador fue la orografía del lugar de estudio, siendo esto una gran limitante por causa de las extensas vegetaciones presentes.

### **Diseño del prototipo de generador eólico**

El diseño del prototipo de generador eólico doméstico está compuesto por componentes tales como: Aspas, soportes, ejes de rotación, engranajes, generador eléctrico, tuercas de bicicleta, remaches, base de giro, direccionamiento de viento y el sistema eléctrico compuesto por controladores, condensadores y resistores (Figura 2).

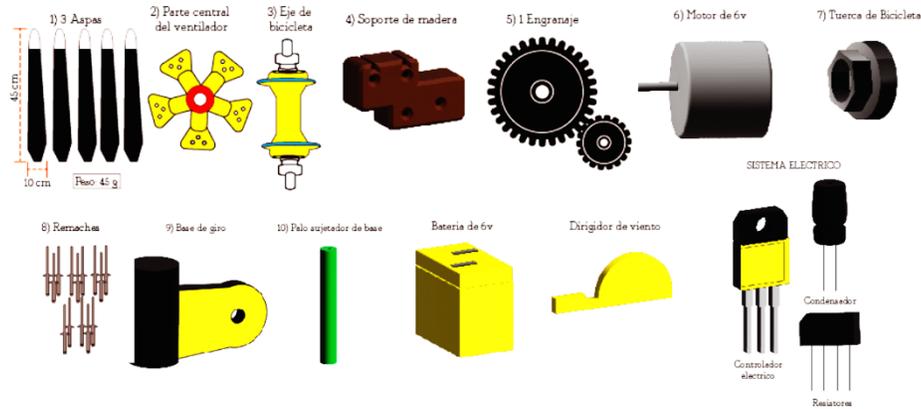


Figura 2. Diseño de componentes del prototipo

Para la parte de procesamiento de datos y ubicación se usó programas como Google maps, GPS, Microsoft Excel y AutoCAD, para pruebas estadísticas de velocidad del viento se usó el programa Matlab mediante la prueba t de students.

### Sistema de funcionamiento del generador eólico

En la Figura 3 se muestra el diseño del funcionamiento del sistema donde el eje central de la bicicleta se encuentra acoplado a las hélices, cada vez que una ráfaga de viento roza la turbina, se puede observar a la salida, una rápida y fuerte variación de la potencia generada. Además, el diseño del aerogenerador hace posible que el rotor del generador de 16v que se encuentra acoplado al eje central de bicicleta a través de 2 engranajes, pueda girar en relación de 1 a 10.5, generando potencia suficiente para generar voltajes. También, el sistema eléctrico debe convertir la potencia en voltaje a través de reguladores de potencia, inversores y convertidores de voltaje. Posteriormente, la energía eficiente gracias al sistema de conversión eléctrico llega a almacenar en una batería de 3v por medio de cables eléctricos. Finalmente, la batería de 3v almacenará energía para encender un led de 2.5v.

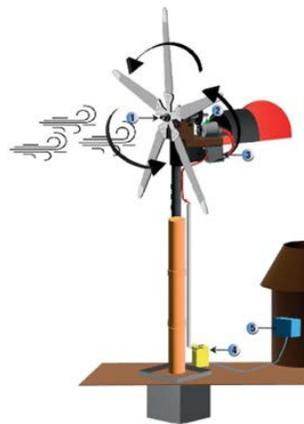


Figura 3. Diseño del funcionamiento

## Fabricación estructural de las aspas

Para la implementación de las aspas, se utilizaron los materiales que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Materiales utilizados para la elaboración de las aspas

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Tubería de PVC de 10 cm de diámetro	1 unidad
Wincha	1 unidad
Amoladora	1 unidad
Plumón	1 unidad
Lija	2 hojas
Parte central del ventilador	1 unidad
Remaches	15 unidades
Remachadora	1 unidad

Del tubo de PVC se obtuvo 5 partes de 7 cm de ancho y 45 cm de largo con un peso de 45 g cada uno, las cuales fueron cortados por la amoladora desde la mitad hacia el otro extremo para dar forma a las aspas. Una forma definida y bien estructurada hace que el generador sea más eficiente (PCBWay, 2018), por el cual también se hizo el bordeado de los contornos con la lija para un mejor acabado e igualación del peso. Para unir todas las aspas se usó la parte central de un ventilador y con ayuda de los remaches se fijó toda la estructura.

## Elaboración y fabricación del sistema de engranajes y ejes

Para el ensamblaje del sistema de engranajes y ejes se utilizó materiales reciclados (Tabla 2).

Tabla 2. Materiales utilizados para la elaboración de los engranajes

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Engranaje conducido de diámetro de 4 mm y espesor de 4 mm	1 unidad
Engranaje motriz de diámetro de 4 cm y espesor de 3 mm	1 unidad
Pegamento rápido	1 unidad
Eje de bicicleta de 15 cm de largo y 6 cm de ancho	1 unidad
Taco de madera	1 unidad
Alambre	2 m
Base de ventilador	1 unidad

Para el armado de este sistema se fijó el eje de la bicicleta a un taco de madera de dimensiones de 16 cm de largo y 5.5 cm de ancho, luego se colocó engranajes y el generador de paso, la cual con ayuda de una lata se logró fijar todos los componentes tomando en cuenta la rotación del aerogenerador y los cables. Un dato interesante que se consideró para el correcto funcionamiento fue la relación de los engranajes,

cuyos dientes según PCBWay (2018) deben lograr con tan solo una vuelta de las aspas una relación de giro de 5.5 veces.

### **Fabricación e instalación de la torre de soporte**

En la etapa de instalación del aerogenerador, se estableció una base sólida y los materiales que se utilizaron se describen en la Tabla 3.

Tabla 3. Materiales utilizados para la elaboración de la base

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Bambú 3 m	1 unidad
Alambre N° 16	1 rollo
Madera	4 tablones
Arena	3 cubeta
Pala	1 unidad

Para la instalación del prototipo se buscó un área adecuada dentro del anexo 14 en el cual se colocó el bambú de 3 m. Para una mayor resistencia se construyó una base de cemento de 80 cm de largo y 40 cm de ancho a causa de que, en épocas de lluvia, la tierra es más propensa a sufrir deslizamientos.

### **Instalación eléctrica**

Tabla 4, se evidencia al sistema eléctrico con los componentes indispensables que se utilizaron en el proceso de instalación.

Tabla 4. Materiales utilizados para el sistema eléctrico

<b>Materiales</b>	<b>Cantidad</b>
Motor de 16 voltios.	1 unidad
Cableado	3 metros
Regulador 16 voltios a 1000uf.	2 unidad
Diodos	2 unidad
Batería de litio de 2.5 voltios o 3 voltios	1 unidad
Limpiatipo	1 unidad

El proceso de elaboración de este sistema constó de diferentes etapas: En la etapa preliminar se elaboró el diagrama del circuito electrónico, donde se especificó la disposición de cada componente eléctrico. Asimismo, se empleó un generador con 4 puertos, 2 de salida y 2 de entrada (Figura 4). En la etapa de elaboración, se cortó el aislante de cada cable, el cual estuvo orientado por un cable rojo que se dirigía al puerto positivo y un amarillo para la parte negativa como mecanismos de diferencia. Luego se fundió una cantidad razonable de estaño, para ensamblar los cables a los conectores eléctricos. Finalmente, la

etapa de evaluación consistió en realizar la inspección y revisión del procedimiento de fabricación y ensamblaje incidiendo en los puntos de soldadura. Por último, se conectó el circuito eléctrico al elemento de prueba (foco LED). El circuito permitió una salida regulada del voltaje haciendo factible la conexión directa a los distintos artefactos electrónicos de manera 100% segura

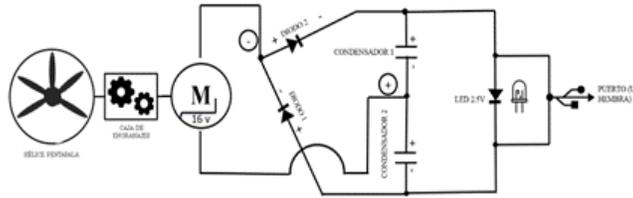


Figura 4. Pasos de la elaboración del diagrama del circuito eléctrico

### Fórmulas para el cálculo de los componentes físicos

Para el cálculo de las revoluciones que ejerce el engranaje grande sobre el engranaje pequeño, se realizó el siguiente cálculo (ecuación 1) para sistemas de engranajes multiplicadores:

$$N = \frac{Z_1 Z_1}{Z_2 Z_2} \tag{1}$$

Donde

$N = N$  = Número de vueltas que realiza el engranaje conducido.

$Z_1 Z_1$  = Número de dientes del engranaje motriz.

$Z_2 Z_2$  = Número de dientes del engranaje conducido.

Para lograr estimar el número de revoluciones por minuto alcanzados por el engranaje conducido se optó por la ecuación 2 (para un sistema de engranajes multiplicador):

$$z_1 z_1 * r_1 r_1 = z_2 z_2 * r_2 r_2 \tag{2}$$

Donde

$r$  = Número de revoluciones por minuto de cada engranaje

$z$  = Número de dientes de cada engranaje

El número de revoluciones máximo del rotor se calculó mediante la ecuación 3, cabe destacar si el resultado sobrepasa esta cifra puede ser peligroso para el sistema:

$$N^\circ \text{ RPM max} = 2000 / \text{diámetro (m)} \tag{3}$$

### Fórmulas para el cálculo de transformación de la energía

Para hallar este resultado se aplicó la ecuación de Betz la cual como resultado nos da la potencia eléctrica generada por el generador.

$$P = \eta \delta S V^3 \eta \delta S V^3 \quad (4)$$

Donde:

P = potencia eléctrica

$\eta\eta$  = rendimiento (0.5 - 0.7)

$\delta\delta$  = densidad del aire

S = sección ( $\pi \times r^2 \times r^2$ )

V = Es la velocidad del viento en metros por segundo (m/s)

Dentro del cual también se aplicó la fórmula para calcular la energía mecánica del aire

$$E_m = E_c + E_p \quad (5)$$

$$E(\text{mec}) = \frac{P}{p} + \frac{V^2}{2} + gz * \left[ \frac{kJ}{kg} \right]$$

$$E(\text{mec}) = (V^2) / 2$$

### Fórmulas para el cálculo de la eficiencia energética

Este cálculo también se basó en lo planteado por Betz, quién propone las ecuaciones 6 y 7.

Ecuación para flujo másico:

$$M = \rho A V \quad (6)$$

Ecuación de la potencia del aire:

$$P = \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad \frac{1}{2} \rho A V^3 \quad (7)$$

Donde:

$\rho$  = densidad del aire

v = velocidad del viento

### Pruebas aerodinámicas

Para determinar la eficiencia del trabajo se realizó 4 pruebas aerodinámicas, los cuales fueron fundamentales para la verificación del buen desarrollo del proyecto.

## RESULTADOS

### Velocidad del viento

Los resultados de la caracterización de la velocidad del viento. La velocidad máxima registrada fue de 5 m/s en el mes de enero, siendo el promedio total de 3.68 m/s, lo que demuestra que la velocidad de viento que se presenta en el lugar de estudio, varía según las características físicas y geográficas (Figura 5).

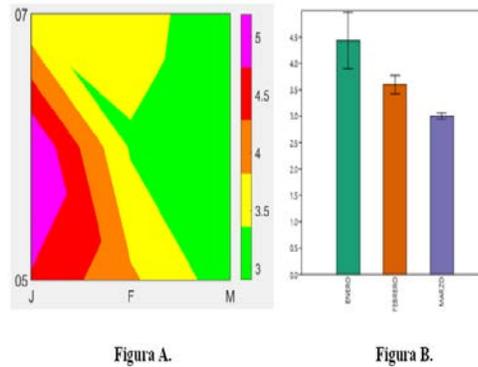


Figura 5. Velocidad del viento cada 10 días en el Anexo 14 en m/s.

En la Tabla 5 se muestra los resultados generados en los cálculos de la eficiencia del aerogenerador. En cuanto a la relación de revoluciones del sistema de engranajes, estuvo regido por el factor de relación de 86/42 rpm. El resultado obtenido se puede clasificar como nivel bajo y todo esto ocurre debido a las diferentes condiciones climáticas y la imprevisibilidad de la velocidad del viento.

Tabla 5. Resultado de los cálculos del aerogenerador

Revoluciones del engranaje	Revoluciones máximas del rotor	Energía cinética	Flujo másico
86 rpm por minuto cada 42 revoluciones	20 000 rpm	23.54 J/s	2.86 J/s

Tabla 6, se muestra los resultados de las 4 pruebas aerodinámicas. En la primera prueba se verificó tanto el buen funcionamiento del aerogenerador, así como la máxima energía que se produjo en el sistema y se logró tener 5 voltios, cuyos fueron necesarios para lograr encender el foco LED.

Tabla 6. Resultado de las pruebas aerodinámicas

1° Prueba	2° Prueba	3° Prueba	4° Prueba
3 voltios	3 voltios	5 voltios	5 voltios

## DISCUSIÓN

La velocidad del viento fue de 3.68 m/s en promedio, el cual fue un factor indispensable para el diseño y la fabricación del dispositivo. Este resultado es constante en la selva central básicamente debido a la geomorfología, coincide con los resultados estudiados por Romero, Flores y Pacheco (2011), donde desarrollaron un prototipo de microaerogenerador con una velocidad mínima de 5m/s.

El sistema de engranajes del microaerogenerador diseñado, presentó 86 rpm a condiciones ambientales y físicas adaptados al Anexo 14, con el cual se logró obtener 2.5v de energía eléctrica. Resultados que concuerdan de forma proporcional a los obtenidos por González (2011), donde su diseño operó a 325 rpm para obtener 12v de energía eléctrica a velocidades de viento de 3 a 5m/s. También, coincide con lo planteado por Martínez (2014), donde obtuvo giros de 156 rpm para obtener 5.3v de energía. Así mismo, la revolución máxima del rotor diseñado, fue de 20000 rpm, similar al obtenido por Romero (2011) en cual el microaerogenerador diseñado posee una velocidad máxima de 18 182 rpm, cabe resaltar que si estos límites se llegan a sobrepasar puede ser peligroso para el sistema del microaerogenerador.

De acuerdo al cálculo que se realizó para la transformación de la energía mecánica a eléctrica se obtuvo 0.966 W, un resultado que coincide con la investigación de Sánchez, Chávez, Sánchez & Trinidad (2019) quienes obtuvieron 0.1363 W a una velocidad de viento de 8 m/s, el cual demuestra una correcta interrelación entre la velocidad del viento, las revoluciones de engranajes y la potencia obtenida, cabe precisar que estos elementos pueden variar según las condiciones geomorfológicas y físicas de la zona de estudio.

La eficiencia energética que se obtuvo en el estudio de acuerdo a la ecuación de Alfred Betz resultó para el flujo másico de 2.85 W y en la ecuación de potencia resultó 19.30 J/s. Pulfer (2017) en la investigación referente al estudio de la eficiencia energética, halló que el coeficiente máximo de potencia fue de 0.305 W teniendo en cuenta una velocidad de viento de 6.5 m/s, a lo cual hace referencia que el coeficiente de potencia máxima fue de 32.5%. También, Gimenez (2011) alude que la teoría planteada por el científico alemán Albert Betz describe que el máximo rendimiento posible para operación de régimen de la turbina es de 59.6 %.

Para la investigación se desarrollaron múltiples pruebas, donde a una altura de 20 m sobre el nivel del piso, la generación de energía eléctrica que se obtuvo fue entre 2.5 v y 5v, siendo 5v el valor máximo de energía, las cuales fueron medidos con el multímetro. Para verificar la eficiencia del funcionamiento se

utilizó cable de USB para dispositivos electrónicos. Asimismo, se logró encender un foco LED de 2.5v. Gonzales Chávez & Urcuhuaranga (2022) en su trabajo de investigación muestran diferentes ajustes y pruebas de estabilidad de flujo para todo el rango de velocidades de viento simuladas para un correcto funcionamiento y relación de generación de energía eléctrica. Para el trabajo de investigación se utilizó diferentes materiales reutilizables. Asimismo, González, Valcarcel & Sanchez (2011), adaptaron materiales de fácil acceso y reutilizables con una óptima resistencia.

Para contar con un funcionamiento adecuado del aerogenerador se realizó el seguimiento y monitoreo del sistema eléctrico para evitar fallas, se aplicó el proceso de engrase a los engranajes para evitar la fricción en los multiplicadores. Medidas similares a los utilizados por Villa (2011) que se enfocó en el desgaste de turbina generada por el uso y tiempo, desgaste de las palas del rotor, los multiplicadores, el sistema eléctrico (Velasco, 2007; Gonzales & Sanchez, 2019).

## **CONCLUSIONES**

La velocidad promedio del viento en el anexo 14 fue de 3.67 m/s, factor importante que influyó en el tipo de diseño multipala del aerogenerador. Las pruebas eléctricas, demuestra que el dispositivo cuenta con una capacidad de generación eléctrica de 2.5v, suficiente para encender un foco LED del mismo voltaje. Las condiciones climáticas y geográficas de la zona de estudio con una velocidad promedio de 3.68 m/s condicionan la eficiencia del funcionamiento del sistema. Finalmente, la investigación pretende ser argumento para futuras investigaciones similares en la selva central, incentivando a los profesionales a realizar más estudios relacionados con la implementación de energías renovables mejorando la eficiencia y que represente una medida alternativa en el uso de energías limpias y sostenibles.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Areatecnologia. (2022). Engranajes: Tipos, Cálculos, Motores Fáciles. Área Tecnología. Retrieved May 29, 2022, from <https://www.areatecnologia.com/mecanismos/engranajes.html>
- Carlosama Imbaquingo, Carlos Javier. (3 de abril de 2019). Implementación del prototipo de un sistema para microgeneración eólica. Repositorio Digital Universidad Técnica del Norte, 109. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9023>

- Cepeda Paredes, W. E., & Cepeda Travez, W. H. (2015). Aprovechamiento de la energía eólica mediante el diseño, construcción e implementación de un generador eólico en una vivienda ubicada en el barrio La Florida, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi en el periodo 2013 – 2014. Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi, 148. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2716>
- Cevallos Cevallos, D. I., & Guacho Jimenez, R. C. (1 de Agosto de 2013). Diseño y construcción de un prototipo de generador eólico para una potencia de 200 watts. Repositorio Digital - EPN, 138. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6551/1/CD-5014.pdf>
- Climate Date. (22 de 05 de 2022). Organización Meteorológica Clima Date. Obtenido de Sitio web: <https://es.climate-data.org/america-del-sur/peru/junin/san-ramon-28556/>
- De Perú. (14 de julio de 2022). San Ramón. Obtenido de Portal de vista aérea: <https://mapas.deperu.com/junin/chanchamayo/san-ramon/anexo-14/>
- Escobar Rosero, E., Eraso Checa, F., Fernando Paz, D., & Morales, C. (2017). Metodología para la determinación de características del viento y evaluación del potencial de energía eólica en Túquerres - Nariño. *Revista Científica*, 19 - 31.
- Fábregas, A., & Márquez, J. (2022). Simulación de un Aerogenerador para Uso Doméstico en el Departamento del Cesar. Universidad de Santander, Valledupar. [https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/6631/1/Simulaci%c3%b3n\\_de\\_un\\_Aerogenerador\\_para\\_Uso\\_Dom%c3%a9stico\\_en\\_el\\_Departamento\\_del\\_Cesar.pdf](https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/6631/1/Simulaci%c3%b3n_de_un_Aerogenerador_para_Uso_Dom%c3%a9stico_en_el_Departamento_del_Cesar.pdf)
- Gimenez, J., & Gómez, J. (2011). Generación eólica empleando distintos tipos de generadores considerando su impacto en el sistema de potencia. *DIN*, 78(169), 95-104. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532011000500011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000500011)
- Gonzales Chavez, S., & Urcuhuaranga Jesús, W. (n.d.). Diseño y evaluación experimental de un nuevo dispositivo mecánico para el control de potencia de pequeños aerogeneradores en régimen de velocidad del viento <http://indico.uni.edu.pe/index.php/tecnia/article/view/84/291>
- González, H., Valcárcel, J., & Sánchez, A. (2011). Diseño y construcción de un generador eólico de energía eléctrica continua. Artículo de reflexión, 139-146
- Gonzalez, N., & Sanchez, J. (2019). Diseño de un aerogenerador para la producción de la energía eléctrica en la finca "El alto de Gavilán de Boyacá"-[Tesis de Bachillerato - Universidad de América]. Repositorio Institucional. <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7553/21/4142843-2019-2-IM.pdf>

- INDECI. (2007). Mapa de peligros plan de usos del suelo y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de San Ramón. San Ramón: Ministerio del Perú.
- INEI. (2022). Información demográfica de Junín - Base de datos excel. Perú: MINEDU.
- Gimenez Alvarez, J., & Gómez Targarona, J. (2011). Generación eólica empleando distintos tipos de generadores considerando su impacto en el sistema de potencia. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0012-73532011000500011](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0012-73532011000500011)
- Martínez, C. (2010). Prototipo de un generador eólico doméstico con materiales asequibles en El Salvador. 3, 91-105. [file:///D:/Descargas%202/Prototipo\\_de\\_un\\_generador\\_eolico\\_domestico\\_con\\_mat.pdf](file:///D:/Descargas%202/Prototipo_de_un_generador_eolico_domestico_con_mat.pdf)
- Mucha, E. (2021). Diseño del álabe para incrementar la potencia eléctrica del aerogenerador tipo espiral - [Tesis de Bachillerato - Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional. [https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6439/T010\\_76796788\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6439/T010_76796788_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Machado, E., & Jarquín, A. (2014). Implementar y demostrar la construcción de generador eólico artesanal a pequeña escala para fomentar el uso de energía renovable en nuestro país. Lima: Managua UNI
- Perú (2020). Perú tiene gran potencial para producir energías renovables que mitigan el cambio climático. <https://peru.info/es-pe/inversiones/noticias/5/23/peru-tiene-gran-potencial-para-producir-energias-renovables-que-mitigan-el-cambio-climatico>
- Pulfer, J., Meza, W., & Mitjans, F. (2017). Estudio de la eficiencia energética de cuatro diseños de rotores eólicos a eje vertical y de arrastre diferencial. Laboratorio de Mecánica y Energía, 1-7. <file:///D:/Descargas%202/63158-Texto%20del%20art%C3%ADculo-384465-1-10-20180528.pdf>
- Romero, A., & Flores, P. (2011). Diseño y construcción del microaerogenerador "AR-SF-WP-500" para la molienda de mineral a escala de laboratorio. Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial, 14(1), 62-68. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81622582010.pdf>
- Sanches, J., Chavez, J., Sanchez, C., Trinidad, I. (2019). Diseño experimental de Aerogenerador tipo Savonius. Revista de Sistemas Experimentales, 6-13.
- SEIN-MINEM. (24 de Noviembre de 2021). Minem: Perú cuenta actualmente con siete centrales eólicas que suman una capacidad instalada de 408 MW. <https://energiminas.com/minem-peru-cuenta-actualmente-con-siete-centrales-eolicas-que-suman-una-capacidad-instalada-de-408-mw/>

- 
- Toctaguano, P. (2011). Construcción de un generador eólico de bajas revoluciones por minuto para una vivienda rural, ubicada en el sector de pansachí el morro perteneciente a la parroquia mulaló del cantón latacunga provincia de cotopaxi-[Tesis de Bachillerato]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1318/1/T-UTC-0910.pdf>
- Velasco, D., Maldonado, A., & Valencia, G. (2007). Diseño de un sistema de generación eléctrica alternativo integrado por energías eólica y corrientes de los ríos, controlado por un sistema scada-[Tesis de Bachillerato]. Repositorio Institucional. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2156>
- Villa, L. (2011). Mantenimiento predictivo aplicado a máquinas sometidas a velocidad y carga variables mediante análisis de órdenes -[Tesis Doctoral - Universidad de Valladolid]. Repositorio Institucional. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/928/TESIS153-120417.pdf?sequence=1&isAllowed=y> .