

## Energía eólica y aerogeneradores de eje vertical y horizontal

### Wind energy and vertical and horizontal axis wind turbines

García-Niño Camila\*  
Martínez Durango Valeria\*  
Mondragón-Ruiz, Isabel\*  
Pérez-Gosteva, Tatiana\*\*

\*Estudiantes de quinto semestre del Programa de Ingeniería Geográfica y Ambiental, Universidad La Gran Colombia seccional Armenia.

\*\*Ingeniera Electrónica, Docente Investigadora de la Universidad La Gran Colombia- Armenia. [perezgostatiana@miugca.edu.co](mailto:perezgostatiana@miugca.edu.co)

### Resumen

Este proyecto tiene como objetivo determinar los impactos y beneficios que tiene el uso de la energía eólica y el proceso de transformación de la energía cinética a energía eléctrica por medio de la física mecánica; la metodología que se utilizó fue la investigación documental, la cual se basa en la consulta de diferentes artículos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, códigos, constituciones, etc.), también la investigación integrada que permite citar otras investigaciones realizadas que aportan al desarrollo de este proyecto.

La energía eólica es una energía renovable y una gran alternativa, ya que debido a su naturaleza no emite sustancias tóxicas, por lo cual no contribuye al cambio climático ni al efecto invernadero; este tipo de centrales eólicas requiere de poco tiempo para su construcción y se puede instalar en puntos aislados, por lo que se puede emplear para satisfacer necesidades de un hogar y/o comunidad, esta energía funciona a base del viento, que es una fuente de energía abundante y casi inagotable, por lo que se puede estimar que el potencial eólico es suficiente para suplir hasta 15 veces la demanda actual de energía eléctrica.

**Palabras clave:** Energía eólica; impactos ambientales; energía

Correspondencia de autor:

\*\*[perezgostatiana@miugca.edu.co](mailto:perezgostatiana@miugca.edu.co)

© 2018 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Pérez Gosteva, T., Mondragon Ruiz, I., Martínez Durango, V., & García Niño, C. (2023). Energía eólica y aerogeneradores de eje vertical y horizontal. UGCiencia, 28(1). <https://doi.org/10.18634/ugcj.28v.1i.1283>



## Abstract

This project aims to determine the impacts and benefits of the use of wind energy and the process of transformation of kinetic energy to electrical energy through mechanical physics; The methodology used was documentary research, which is based on consulting different articles (books, magazines, newspapers, memoirs, yearbooks, records, codices, constitutions, etc.), as well as integrated research that allows citing other research carried out that contribute to the development of this project. Wind energy is a renewable energy and a great alternative since due to its nature it does not emit toxic substances, therefore it does not contribute to climate change or the greenhouse effect; This type of wind power plant requires little time for its construction and can be installed in isolated points so it can be used to meet the needs of a home and / or community, this energy works based on the wind, which is a source of energy abundant and almost inexhaustible, so it can be estimated that the wind potential is sufficient to supply up to 15 times the current demand for electricity.

**Keywords:** Wind power; Environmental impacts; Energy

## Introducción

La energía eólica es la energía renovable alternativa más empleada gracias a su competitividad en cuanto a costos y permisos de construcción. Pero, como cualquier energía, está también posee desventajas, una de ella y la más notoria, es el rendimiento energético, el cual se encuentra por debajo del 60% y que puede ser menor dependiendo de variables como, el tipo de generador, el eje del aerogenerador y la velocidad del viento. Por esto, este proyecto tiene como finalidad determinar la mejor alternativa para el aprovechamiento de la energía eólica desde el punto de vista de la física mecánica.

### Objetivo general

determinar la mejor alternativa para el aprovechamiento de la energía eólica desde el punto de vista de la física mecánica.

### Objetivos específicos

- Determinar los beneficios e impactos que puede provocar el uso de la energía eólica en el medio ambiente.
- Identificar el proceso de transformación de energía mediante la física mecánica.

### Perspectiva teórica

La energía eólica, es una alternativa energética la cual genera un impacto mínimo al medio ambiente, debido a que no emite sustancias tóxicas, por lo cual no contribuye al cambio climático ni al efecto invernadero. Por otra parte, este tipo de centrales eólicas requiere de poco tiempo para su construcción y se puede instalar en puntos aislados para satisfacer necesidades de un hogar y/o comunidad, mientras en estas zonas la velocidad del viento no sea mayor a 6 o 7 m/s. Por otra parte, la energía eólica

al funcionar a base de una fuente de energía abundante y prácticamente inagotable permite estimar que el potencial eólico es suficiente para suplir 15 veces la demanda actual de energía. Un punto a considerar es que la energía eólica posee un alto costo inicial, comparado con fuentes térmicas de generación, pese a que tener un bajo costo de mantenimiento y de operación, el alto costo de inversión inicial puede ser una barrera para la implementación de este tipo de energía, en especial para empresas y comunidades pequeñas.

Como se mencionó anteriormente la energía eólica funciona a base del viento, el cual es una masa de aire en movimiento que posee energía cinética, la cual se puede transformar en energía eléctrica, esto gracias a que el viento choca con las palas, haciendo que estas giren y la energía cinética se transforme en energía eléctrica mediante un generador; para determinar la energía producida es necesario tener en cuenta variables como, la altura, densidad del viento, el área barrida por las palas, la velocidad del viento incidente y el terreno en que se encuentra. (IDAE, 2006).

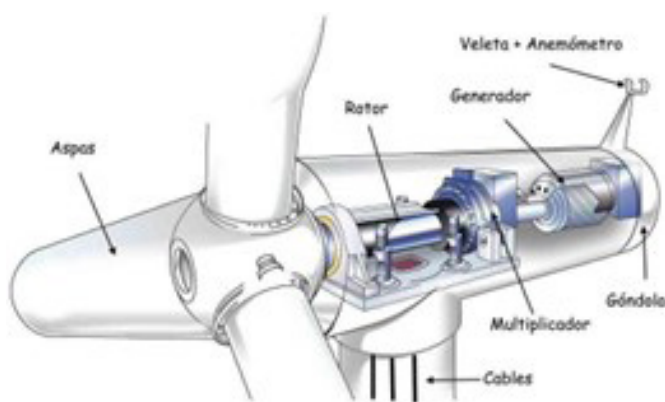
El aerogenerador de eje vertical es el que el rotor está instalado en el suelo en posición vertical y tiene la capacidad de generar electricidad sin importar en qué dirección venga el viento.



Fuente: <https://bit.ly/3I6XtOP>

y los aerogeneradores de eje horizontal tienen el eje de rotación paralelo con el suelo, este tipo de aerogeneradores es el más utilizado porque permite cubrir un gran rango de aplicaciones o proyectos como en parques eólicos, o pequeñas estaciones de generación de energía para residencias, industrias.

Existen dos tipos de energía eólica, la energía terrestre que es la que se encarga de producir energía eléctrica por medio del aprovechamiento del viento en los parques eólicos que están instalados en la tierra; y la energía eólica marina, la cual es la energía eléctrica que se obtiene del aprovechamiento de la fuerza del viento que se produce en alta mar, donde alcanza una velocidad mayor y más constante debido a que no hay ninguna barrera.



Fuente: <https://bit.ly/311MoxQ>



Fuente: <https://bit.ly/3I6XtOP>

## Metodología

La metodología utilizada para este artículo fue investigación documental, la cual se realiza a través de la consulta de artículos (libros, revistas, periódicos, memorias, anuarios, registros, constituciones, etc.) con énfasis en este proyecto. También se emplea la investigación integrada, la cual permite referir y citar investigaciones realizadas en otros contextos que aportan al desarrollo de este trabajo.

## Discusión de resultados

Mediante la metodología documental que se implementó para este artículo se pudo determinar que los parques eólicos son una alternativa factible para la generación de energía eléctrica, ya que esta es una energía renovable, pero esta cuenta con ciertas desventajas y daños al medio ambiente como lo son el daño a la fauna siendo causante del desplazamiento de especies, la modificación del comportamiento, la muerte de cientos de aves, la destrucción y cambios en el hábitat, ya que la tierra es un

recurso no renovable y la instalación de un parque eólico produce compactación, erosión y una destrucción total o parcial del suelo, por este motivo existen dos suelos los cuales pueden acoger fácilmente una turbina eólica, los cuales son litosoles y regosoles, los cuales son resultado de erosión y/o depósitos de roca permitiendo de esta manera reducir los daños provocados en el suelo (Molina, 2006; Tudela; 2006).

Por otra parte, contrario a las creencias populares sobre esta alternativa renovable se determinó que la energía eólica no es un contaminante auditivo, debido a que el sonido de un aerogenerador en movimiento a menos de 500 metros de distancia no es mayor al ruido que produce un electrodoméstico como puede ser el microondas o la nevera; además los parques eólicos cumplen con la normativa sobre los niveles sonoros en horario de día y de noche. (¿Qué beneficios tiene la energía eólica? | ACCIONA | Business as *unusual*, 2020)

El proceso de transformación de la energía se da gracias a diversas fórmulas, como lo es la siguiente, la cual es empleada para cuantificar la cantidad de energía que posee el viento antes de pasar mediante rotor, la cual es:  $P=1/2DSV^3$

Donde **P** equivale a la potencia en vatios(W), **D** es la densidad del aire en kg/m<sup>3</sup>, **S** es la superficie o área barrida por el rotor en m<sup>2</sup> y **V** es la velocidad del viento en m/s. Es importante recordar que la energía producida por una turbina depende de variables como la densidad del aire, la cual en condiciones normales con una temperatura de 15°C, y la altura del nivel del mar tiene una densidad es de 1,225 kg/m<sup>3</sup>, aunque esta puede variar debido a la temperatura, puesto que al enfriarse adquiere mayor densidad y en el caso opuesto, cuando se calienta pierde densidad, gracias a que sus

partículas están mas dispersas; por lo cual en climas cálidos se produce un poco menos de energía.

Para realizar esta fórmula se tomó como ejemplo el municipio de Zarzal valle, en el cual el viento tiene una velocidad normal de 6 km/h, y una turbina imaginaria de 70 metros de altura con unas palas de 50 metros cada una, al momento de reemplazar quedaría:

$$P = \frac{1}{2} (1.225 \text{ kg/m}^3) (2,500 \text{ m}^2) (1.66 \text{ m/s})^3$$

dando como resultado,  $P = 2,541.87 \text{ W}$

Para determinar el aumento de la velocidad del viento en función de la altura, en terrenos no demasiado complejos, puede evaluarse mediante la siguiente expresión:  $V(h) = V_0 * (h/h_0)^\alpha$

Donde  $V(h)$  es la velocidad que se desea estimar a una altura  $x$  del suelo,  $V_0$  es la velocidad del viento conocida a una altura  $h_0$ ,  $h$  es la altura a la que se desea estimar la velocidad,  $h_0$  es la altura de referencia y  $\alpha$  son valores ya estipulados dependiendo de la rugosidad del suelo, los cuales son:

**Tabla 1**

*Valor estimado de  $\alpha$  para distintos terrenos*

Liso (mar, arena, nieve)	0,10-0,13
Rugoso moderado (hierba, cultivos)	0,13-0,20
Rugoso (bosques, edificaciones)	0,20-0,27
Muy rugoso (ciudades)	0,27-0,40

Fuente: Álvarez, C. (2006)

Prosiguiendo con el ejemplo dado en la fórmula anterior se reemplazará la ecuación:  $V(h) = V_0 * (h/h_0)^\alpha$

$$V(h) = 1,66 \text{ m/s} * (986 \text{ msnm} / 916 \text{ msnm})^{0,14}$$

por lo tanto,  $V(h) = 1,677 \text{ m/s}$

Por último, la siguiente fórmula permite realizar una estimación de la producción neta de electricidad en un año.

$$E = [2 - (V-7)/4] D^2 V^3$$

Donde  $E$  es la electricidad en kWh/año,  $V$  es la velocidad media del viento y la  $D$  es el diámetro del rotor en metros.

## Marco legal

### Ley 1715 de 2014

La presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las fuentes no convencionales de energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las zonas no interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético. Con los mismos propósitos se busca promover la gestión eficiente de la energía, que comprende tanto la eficiencia energética como la respuesta de la demanda.

## Conclusiones

La energía eólica es una gran alternativa para la conservación del medio ambiente, pero esta también puede generar impactos negativos como lo puede ser la compactación y erosión del suelo, también es buena para la conservación

de este debido a que no emite ningún tipo de sustancias tóxicas y es una gran alternativa para la producción de energía eléctrica para satisfacer las necesidades de empresas o comunidades pequeñas.

## Referencias

- Álvarez, C. (2006). *Energía eólica*. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. Recuperado de [https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones\\_idae/documentos\\_10374\\_energia\\_eolica\\_06\\_d9231f5c.pdf](https://www.idae.es/sites/default/files/documentos/publicaciones_idae/documentos_10374_energia_eolica_06_d9231f5c.pdf)
- Análisis del impacto de la Ley de fomento a las ERNC en Chile - Hernán Ulloa & Hernando Saldías*. (2021). Ing. uc.cl. <https://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/alumno08/renewables/tecnologiasernc.html>
- ¿Cuánta energía se puede sacar del viento? Límite de Betz. (2010, January 9). *Energética Futura - Blog del autoconsumo energético actual y del futuro*. <https://energeticafutura.com/blog/cuanta-energia-se-puede-sacar-del-viento-limite-de-betz/>
- Energía producida por un aerogenerador*. (2013). Sc.ehu.es. <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica3/datos/viento/energia.html>
- Eólica, E. (n.d.). *Energías Renovables*. [http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro\\_energia\\_eolica.pdf](http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_eolica.pdf)
- Energía Eléctrica - Ministerio de Minas y Energía GM*. (2013). *Minenergía.gov.co*. <https://www.minenergia.gov.co/energias-renovables-no-convencionales#:~:text=Se%20crea%20la%20Ley%201715,la%20respuesta%20de%20la%20demanda>
- Germán Portillo. (2021, May). *Renovables Verdes*. *Renovables Verdes*. <https://www.renovablesverdes.com/aerogeneradores-verticales/>
- Iberdrola. (2021, February 27). *Energía Eólica*. Iberdrola; Iberdrola. <https://www.iberdrola.com/medio-ambiente/energia-eolica>
- José Molina Ruiz, Tudela, L. (2021). Identificación de impactos ambientales significativos en la implantación de parques eólicos. Un ejemplo en el municipio de Jumilla (Murcia). *Investigaciones Geográficas (Esp)*, 41, 145–154. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17604109>
- Leyes desde 1992 - Vigencia expresa y control de constitucionalidad [LEY\_1715\_2014]. (2014). *Secretaríasenado.gov.co*. [http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_1715\\_2014.html](http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1715_2014.html)
- Ley 1955 de 2019 - EVA - Función Pública. (2021, November 8). *Funcionpublica.gov.co*. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Manuel, j., & carlos, j. (2011). *Generación eólica empleando distintos tipos de generadores considerando su impacto en el sistema de potencia*. *Dyna*, 78(169), 95–104. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49622390011>

¿Qué beneficios tiene la energía eólica? | ACCIONA | *Business as unusual*. (2020). Acciona.com. [https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?\\_adin=02021864894](https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/?_adin=02021864894)

¿Qué es la energía eólica y cómo funciona? (2018). Enel.pe. <https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-eolica-y-como-funciona.html>

Structuralia. (2018). *Aerogeneradores de eje vertical y horizontal: tipos, pros y contras*. Structuralia.com. <https://blog.structuralia.com/aerogeneradores-de-eje-vertical-y-horizontal-tipos-ventajas-e-inconvenien>