



Caracterización del aerogenerador turbina panémona de eje vertical respecto del tamaño de los alabes para la producción de energía eléctrica



Leidy Viviana Fernández Cáceres, Jonathan Smith Guecha, Laura Isabel Chamorro Días¹
Haimar Ariel Vega Serrano²

*1 Estudiantes Investigadores Metodología de la Investigación Ingeniería Ambiental.
Universidad Libre Seccional Socorro.*

leidy_f123@hotmail.com, guecha_1@hotmail.com, lala_kuday22@hotmail.com

*2 Ingeniero civil. Especialista en Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas.
Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Docente Ingeniería Ambiental,
Universidad Libre Seccional Socorro.
haimar.vega@mail.unilibresoc.edu.co*

Recepción Artículo: : Julio 17 de 2013. Aceptación 24 julio de 2013

INNOVANDO EN LA U ISSN 2216 - 1236

RESUMEN

Problema Central: La demanda de energía eléctrica en el área urbana genera costos económicos para los habitantes y la construcción de termoeléctricas e hidroeléctricas forja la contaminación del medio ambiente. Objetivo: Determinar las características de funcionamiento del aerogenerador tipo turbina Panémona de

Fotografía 1. Aerogenerador tipo turbina Panémona.



de eje vertical para producir energía eléctrica. Metodología: la producción de energía renovable consistió en la construcción de un aerogenerador tipo turbina de eje vertical, el cual se construyó con tubos de PVC livianos. Durante el proceso se tomaron muestras del comportamiento del prototipo como la velocidad, el recorrido y el voltaje respecto de la velocidad del ventilador. Resultados: la prueba final fue realizada al aerogenerador con alabes más grandes que constan de 4 pulgadas de diámetro, a las tres velocidades del ventilador por las distancias de 25, 35 y 50 cm de distancia entre el aerogenerador y el ventilador; a 25 cm en la velocidad baja del ventilador generó un voltaje de 2.1 V, en la

velocidad media 2.22 V; en la velocidad tres genero 3.09 V; a 35 cm de distancia en la velocidad baja del ventilador generó 3,02 V, en la velocidad media 5,72 V, en la velocidad mayor produjo 8,44 V. Conclusión: El prototipo de aerogenerador que tuvo más eficiencia de acuerdo con las características de funcionamiento fue el de alabes con el diámetro de 6 pulgadas puesto que fueron de 2, 3 y 4 pulgadas respectivamente, se lograron 6 voltios de energía demostrando la viabilidad de proyecto.

Palabras claves:

Energía eólica, recorrido, rendimiento, velocidad.

I. INTRODUCCIÓN

La producción de energía eléctrica y el excesivo consumo de la misma generan considerables costos para los consumidores, y su vez produce un alto grado de contaminación atmosférica, ya que cada proceso de construcción de hidroeléctricas y producción de energía de termoeléctricas genera impactos ambientales negativos que afectan directamente poblaciones de fauna, flora y el ser humano (Valencia, 2001).

Los residuos producidos por este tipo de procesos requieren de un tratamiento especial que disminuya el impacto negativo que se produce y ayude a mantener un equilibrio en el medio, conservando las características propias de cada ecosistema dentro del hábitat (Valencia, 2001).

Fotografía 2. Proceso final



I.1 Antecedentes

En la implementación del aerogenerador de eje vertical se tomó el modelo del aerogenerador tipo turbina de eje vertical Katrina, que fue construido con tubos de PVC con bases redondas en madera, como el que fue realizado por Ardila y Rivera en el año de 2001. Aerogenerador de aluminio; este aerogenerador fue construido con alabes de aluminio, con medidas de 70 centímetros de altura y 60 centímetros de ancho obteniendo como resultado final una producción de energía de 5 voltios (Seutec, 2011).

I.2 Pregunta problema

¿Cuáles son las condiciones apropiadas de funcionamiento del aerogenerador tipo turbina Panémoma de eje vertical como fuente alternativa de energía?

I.3 Objetivo General

Determinar las características de funcionamiento del aerogenerador tipo turbina Panémoma de eje vertical para producir energía eléctrica.

I.4 Objetivos Específicos

- Determinar el comportamiento de la velocidad y recorrido del aerogenerador respecto del tamaño de los alabes.
- Identificar el comportamiento de la velocidad y recorrido del aerogenerador respecto a la velocidad del viento.
- Evaluar la cantidad de energía producida por el aerogenerador.

2. METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

Es una investigación cuantitativa ya que se utiliza la recolección de los datos de velocidad del aerogenerador respecto de la distancia y recorrido del mismo contra la velocidad del viento; estas pruebas son obtenidas sin medición numérica para descubrir o afinar respuestas de investigación en el proceso de interpretación.

Es una investigación experimental ya que es necesario examinar cuál es el tamaño de los alabes más adecuado, teniendo en cuenta los antecedentes encontrados.

2.2 Variables

En el proceso se determinaron las pruebas necesarias para obtener la información pertinente y así establecer el aerogenerador más eficiente; dentro de las pruebas se tuvieron en cuenta variables como la velocidad de ventilador que consta de tres niveles, bajo, medio y alto, la energía que se produce

por el aerogenerador medida con un voltímetro, el recorrido del aerogenerador que se presenta por la fuerza del aire del ventilador, el tamaño de alabes los cuales son tres, grande, mediano y pequeño, la velocidad del aerogenerador medida por un velocímetro y por último la velocidad del viento.

Tabla 1. Variables evaluación del sistema.

Tipo variable	Variable	Unidad
Dependiente	Velocidad del aerogenerador	Km/h
	Energía	voltios
	Recorrido	Km
Independiente	Tamaño de los alabes	Cm ²
Interviniente	Tamaño de los alabes	Km/h
	Velocidad del ventilador	Km/hl

2.3 Materiales

Los alabes del aerogenerador fueron construidos con tubos de PVC tipo liviano de tres tamaños diferentes en pulgadas (2, 3, 4).

Fotografía 3. Aerogenerador en tubo de 2, 3 y 4 pulgadas



Prototipo construido en cartón con los alabes y las bases.

2.4 Procedimiento

El proyecto inició con la construcción de un prototipo de aerogenerador tipo turbina Panémona de eje vertical al cual se le determinó

Fotografía 4. Prototipo en cartón



si producía energía; el siguiente paso fue construir tres prototipos del mismo diseño tomando como base las mismas características exceptuando el tamaño de los alabes, cada uno de estos de 2, 3 y 4 pulgadas de diámetro, se definió el material que debería ser de tubos de PVC, para determinar que aerogenerador producía una mayor cantidad de energía, para lo cual el resultado fue que el aerogenerador que mayor eficiencia presentó fue el prototipo con alabes más grandes, es decir, el de 4 pulgadas.

Para finalizar se tomó el aerogenerador más eficiente. El proceso de toma de datos se dividió en cuatro monitoreos, los cuales consistieron en instalar el ventilador a unas distancias de 25, 35 y 50 cm del aerogenerador, tomando tres datos básicos en recorrido, velocidad del aerogenerador y la energía que produce midiéndola por medio de un voltímetro. Una vez registrados los datos se utilizó una hoja de cálculo para realizar unas curvas que indicaran el comportamiento del aerogenerador.

2.5 Recopilación de datos

Los datos fueron tomados mediante muestras obtenidas directamente del aerogenerador las cuales fueron la velocidad y recorrido del aerogenerador por cada distancia a los niveles de velocidad del ventilador bajo, medio y alto; las distancias entre el ventilador y el aerogenerador, 25, 35, 50 y 70 cm y por último el voltaje producido a cada velocidad.

2.6 Población y muestra

Para esta investigación se tomó como población los

aerogeneradores Panémona tipo turbina de eje vertical, y como muestra los prototipos diseñados y construidos por el grupo investigador.

2.7 Análisis estadístico

A los datos se les realizaron gráficas de dispersión.

3. RESULTADOS

3.1 Elementos y características necesarias para el buen funcionamiento del aerogenerador



Las pruebas que se realizaron a los tres aerogeneradores tomando como datos principales la velocidad y el recorrido, mostraron que el aerogenerador más eficiente es el grande con alabes de 4 pulgadas.

Teniendo en cuenta las velocidades del ventilador las cuales fueron baja, media y alta, se identificó que el comportamiento de la velocidad y el recorrido del aerogenerador son más eficientes en el prototipo con alabes de 4 pulgadas de diámetro; mostrando una mayor velocidad de 17,9 Km/h, como diferencia 4, 1 Km/h respecto de los aerogeneradores de 2 y 3 pulgadas, y de recorrido presentó 0,9 vueltas por Km/h con una diferencia de 0,2 vueltas por Km/h.

Por medio de un voltímetro se evaluó la cantidad de energía que producía el aerogenerador de alabes más grandes, de 4 pulgadas, por cada velocidad del ventilador a 50 cm de distancia, su eficiencia fue resaltada con 8,44 voltios de energía en la velocidad alta del ventilador, con una diferencia significativa respecto la velocidad media y baja con 5,72 y 3,02 voltios respectivamente.

En la tabla 2 se presenta la descripción de cada fase de la construcción:

Tabla 2. Fase de construcción

Fase	Descripción	Imagen
Construcción de prototipo	Este prototipo fue realizado con el fin de determinar si el modelo de aerogenerador propuesto sí produce energía.	
Construcción de tres prototipos	Se construyeron tres prototipos con diferente tamaño de alabe para determinar qué aerogenerador es más eficiente.	

Para el desarrollo del primer objetivo fue necesario construir tres prototipos del aerogenerador con las mismas características exceptuando el tamaño de los alabes, para la realización de las pruebas de laboratorio.

Fotografía 5. Comportamiento de cada aerogenerador



Fotografía 6. Aerogenerador en prueba



En el segundo objetivo se determinó el comportamiento del aerogenerador con respecto a cada velocidad del ventilador por lo que se realizaron pruebas de laboratorio verificando la velocidad y recorrido del aerogenerador respecto de cada velocidad del ventilador, las cuales son baja, media y alta; a diferentes distancias de 25,35 y 50 cm del aerogenerador al ventilador.

Fotografía 7. Aerogenerador más eficiente



En el tercer objetivo se determinó al aerogenerador más eficiente, al cual se le realizó la prueba final para determinar la cantidad de energía que produce medida por voltímetro.

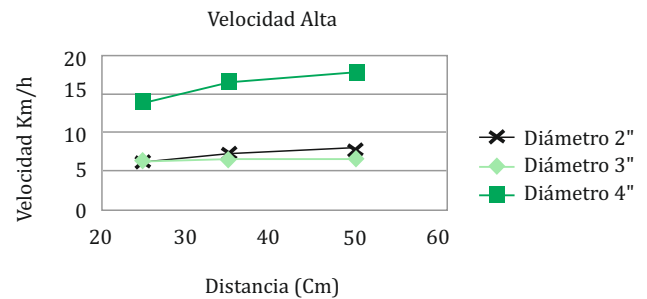
Fotografía 8. Aerogenerador con producción de energía.



3.2 Características de funcionamiento de los prototipos

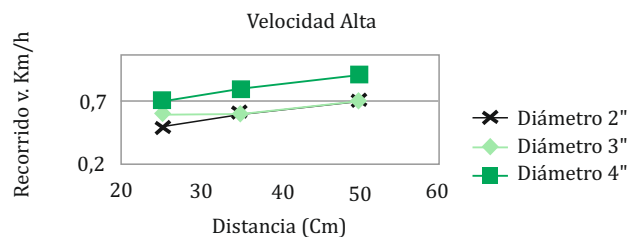
Se realizaron pruebas de laboratorio determinando la velocidad promedio y el recorrido promedio respecto de las distancias tomadas para cada aerogenerador.

Figura 1. Comportamiento de la velocidad respecto de las distancias en 5 minutos.



En la figura 1 se observa el comportamiento de la velocidad de los tres aerogeneradores a las tres distancias (25,35 y 50 cm), donde el comportamiento de la velocidad del aerogenerador a 25 y 35 cm no varía significativamente, pero el aerogenerador de alabes más grande que consta de alabes de 4 pulgadas sí varía significativamente, por lo que en velocidad este prototipo es el más eficiente.

Figura 2. Comportamiento del recorrido respecto de las distancias en 5 minutos

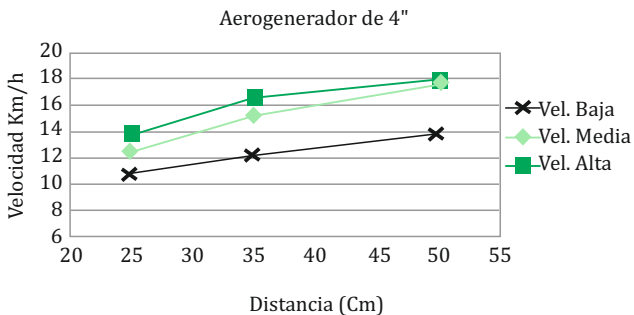


V: vueltas

La figura 2 muestra el comportamiento del recorrido de los aerogeneradores respecto de las tres distancias entre el prototipo y el ventilador las cuales son de (25, 35 y 50 cm), por 5 minutos cada aerogenerador es sometido a la fuerza del viento que genera el ventilador, el comportamiento de los aerogeneradores de alabes de 2 y 3 pulgadas no es significativo uno del otro, pero el aerogenerador más grande, de 4 pulgadas, sí presenta un cambio,

especialmente en la velocidad alta del ventilador y la distancia mayor de 50 cm.

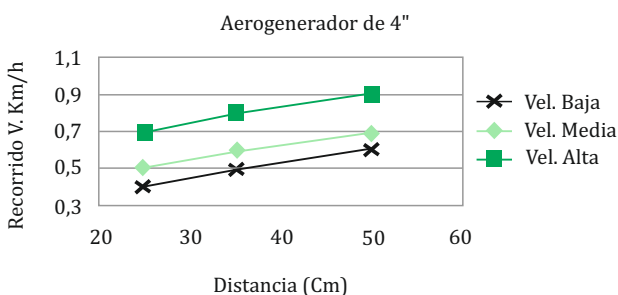
Figura 3. Comportamiento del prototipo de velocidad respecto de distancias por 5 minutos



Vel. baja: velocidad baja del ventilador.

En la figura 3 se puede analizar el comportamiento de la velocidad del aerogenerador más grande con 4 pulgadas de diámetro de alabe, respecto de las distancias (25, 35 y 50 cm), en los tres niveles de fuerza de viento del ventilador (baja, media y alta), donde se analizó por 5 minutos el comportamiento del prototipo más eficiente, como se puede determinar por análisis de la gráfica que la distancia a la que el aerogenerador produce una mayor velocidad es de 50 cm.

Figura 4. Comportamiento del recorrido respecto de las distancias por 5 minutos



En esta figura 4 se analiza el comportamiento del recorrido del aerogenerador con alabe de 4 pulgadas de diámetro respecto de las tres distancias de 25, 35 y 50 cm, en los tres niveles de fuerza del ventilador, baja, media y alta donde se realizó cada prueba por 5 minutos; el aerogenerador fue más eficiente a 50 cm de distancia.

La figura 5 muestra el comportamiento de la velocidad del aerogenerador respecto de las tres distancias (25, 35 y 50 cm).

Se realizó la prueba por 5 minutos por cada velocidad del ventilador (baja, media y alta), el comportamiento del aerogenerador de alabes más pequeños, de 2 pulgadas, tiene un rendimiento muy bajo, pero los dos aerogeneradores más grandes de 3 y 4 pulgadas presentan un comportamiento bueno aunque el aerogenerador más eficiente es el de 4 pulgadas.

Figura 5. Comportamiento de la velocidad respecto de las distancias por 5 minutos.

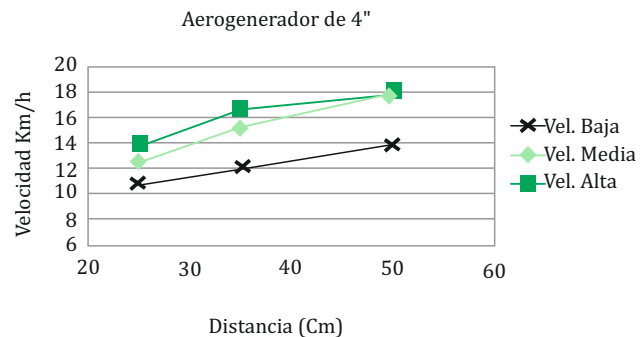
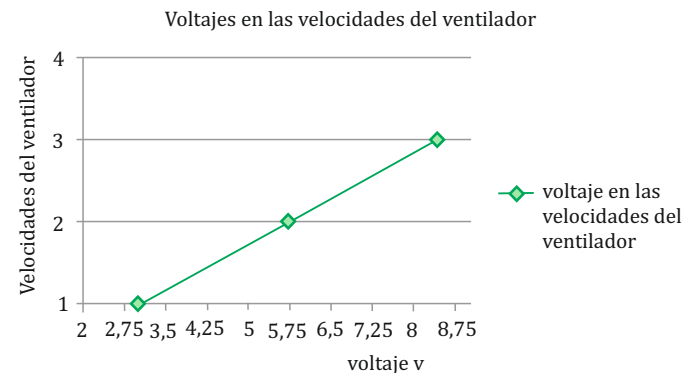


Figura 6. Voltaje producto del prototipo respecto de las velocidades del ventilador por distancias por 5 minutos



La figura 6 muestra la cantidad de energía producto de la fuerza del ventilador a cada nivel del mismo, cuya eficiencia fue determinada por 5 minutos a una sola distancia de 50 cm en donde su mejor rendimiento fue con la velocidad alta del ventilador con 8,44 voltios de energía.

3.3 Productos

Artículo científico en la revista de la universidad; video, ponencia y poster.

4. DISCUSIÓN

En este proceso se construyó un aerogenerador con tubos de PVC dando como resultado una producción de 8,44 voltios de energía, con un diámetro de 4 pulgadas (alabe); tomando como referencia un aerogenerador con medidas superiores las cuales fueron de 70 cm de altura y 60 de ancho, de igual forma lo construyeron con alabes de PVC, el cual produjo 5 voltios de energía; mostrando así que con menos material (PVC) se obtuvo una mayor generación de energía.

5. CONCLUSIONES

El comportamiento de la velocidad y el recorrido del aerogenerador con respecto del tamaño de los alabes fue determinante por medio de un velocímetro que mostró que el prototipo más eficiente es el de alabes de 4 pulgadas, con una velocidad promedio de 16,5 Km/h y un recorrido promedio de 0,7 v. Km/h.

El comportamiento de la velocidad y recorrido del aerogenerador fue determinado por medio de pruebas realizadas a diferentes distancias entre el prototipo y el ventilador, las cuales son 25, 35 y 50 cm; donde se puede determinar con facilidad que el aerogenerador es más eficiente a 50 cm de distancia con una velocidad de 17,9 Km/h y un recorrido de 0,9 v. Km/h.

La energía que produjo el prototipo de alabes de 4 pulgadas a una distancia de 50 cm es de 8,44 voltios.

5.I Planes para el trabajo futuro

Con miras a mejorar la calidad de vida social de las personas con un gran gasto económico por energía eléctrica, se quiere implementar aerogeneradores que produzcan energía suficiente con un costo mínimo de implementación; de igual forma reducir el consumo de energía producida por las termoeléctricas e hidroeléctricas minimizando un poco la contaminación.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Coviello Manillo. (2001). Entorno internacional y oportunidades para el desarrollo de las fuentes renovables de energía en los países de América Latina y el Caribe. Serie: Recursos naturales e infraestructura. Naciones Unidas CEPAL.

López de Micay (1999) Diagnóstico y Soluciones a los problemas del gasto de energía en una termoelectrica. ICEL octubre.

Ministerio de ambiente vivienda y desarrollo territorial. (1998) meiacol, Ministerio de ambiente y vivienda territorial.

ARDILA and RIVERA. Construcción y descripción del aerogenerador katrina, video. En: <http://www.youtube.com/watch?v=wWG36Nj9QQ>

MARTÍNEZ. El proceso del cambio climático. En <http://www.epa.gov/espanol/>

DOMÍNGUEZ. Contaminación por hidroeléctricas y termoeléctricas. En:

http://fluidos.eia.edu.co/obrashidraulicas/articulos/centraleshidroelectricasdecol/centrales_hidroelectricas_de_col.htm

SUAREZ. Construcción de aerogeneradores de eje vertical. En: <http://g.imageshack.us/img510/fotoss>

NAVASQUILLO. Energía eólica conceptos básicos y compuestos: http://aerogeneradores-energia-eolica.blogspot.com/2010_08_01_archive.html UGE. (URBAN GREEN ENERGY) Energía eólica conceptos básicos y compuestos. En: http://aerogeneradores-energia-eolica.blogspot.com/2010_08_01_archive.html

MAGLEV WIND. Resultados de pruebas de un aerogenerador En:
<http://eltamiz.com/2007/07/30/aerogenerador-de-levitacion-magnetica/>

SEUtEC. Creación y especificaciones de un aerogenerador de eje vertical. En: http://aerogeneradores-nergiaeolica.blogspot.com/2010_08_01_archive.html