

EVALUACIÓN TÉCNICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ÁRBOLES DE VIENTO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS

Autores: Rodrigo Jiménez, Gonzalo Landazuri y Silvia Acuña Dutra
Universidad Metropolitana

RESUMEN

Se realizó un estudio que contempla todos los aspectos técnicos necesarios para alcanzar la generación de energía eléctrica a través de árboles de viento en el Área Metropolitana de Caracas. La razón principal por la cual se acometió este trabajo recae en la posibilidad de brindar soluciones a la actual crisis eléctrica que existe en el país, de esta manera se asiste a un sector decaído y se favorece al desarrollo sustentable. El estudio empleó una metodología de tipo cualitativo y cuantitativo, así como un tipo de estudio de análisis y deducción. Por otra parte, se realizaron una serie de mediciones para determinar temperatura, altitud, humedad relativa, velocidad del viento y se aplicó el uso de entrevistas abiertas a expertos en estudios energéticos y ambientales del Área Metropolitana de Caracas. Tomando en cuenta lo anterior, se seleccionó la zona que mejor se adapta a los árboles de viento y se determinó el diseño de los mismos. De las mediciones ambientales, las principales conclusiones fueron que la temperatura es proporcional a la velocidad del viento y que la humedad relativa es inversamente proporcional a la velocidad viento y a la temperatura. El área seleccionada para la ubicación del sistema de árboles eólicos fue el Parque Generalísimo Francisco de Miranda (Parque del Este), donde en un área de 7.684,68 m² se pueden implementar 50 árboles de viento que podrán generar una energía máxima aproximada de 95.000 KWh por año.

Palabras clave: energía eléctrica, energía eólica, árboles de viento, aerogeneradores, desarrollo sustentable.

EVALUACIÓN TÉCNICA PARA LA GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE ÁRBOLES DE VIENTO EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CARACAS

Autores: Rodrigo Jiménez, Gonzalo Landazuri y Silvia Acuña Dutra
Universidad Metropolitana

RESUMEN EXTENDIDO

Introducción

En el contexto de un entorno con severas amenazas de una crisis económica, la cual afecta directamente a muchos servicios públicos especialmente al sector eléctrico, es necesario que se implementen nuevas alternativas que apoyen la generación de energía eléctrica en el país. Hoy en día, la generación que aporta el Sistema Eléctrico Nacional es variable e inestable, por lo que algunas de las consecuencias son apagones prolongados, racionamiento eléctrico, cambios de husos horarios, entre otras (Prodavinci, 2016). Cabe destacar que “el parque de generación del Sistema Eléctrico Nacional ofrece más del 62% del potencial eléctrico, otro 35% proviene de las plantas termoeléctricas y casi un 3% de la generación distribuida” (Corporación Eléctrica Nacional S.A. [CORPOELEC], 2016).

Las energías alternativas han ganado terreno en las últimas décadas, no sólo por provenir de una fuente renovable, sino también por ser alternativas que impactan menos en el ambiente. La energía eólica se ha posicionado junto con la energía solar como las fuentes potenciales más explotadas a nivel mundial. Pero la energía eólica plantea una vía alternativa ecológica, inestable e impredecible para contribuir con la generación de energía eléctrica pues depende del comportamiento del viento y que este alcance velocidades mínimas específicas. Pero la ingeniería ha venido desarrollando arboles de viento que ofrecen una alternativa urbana para el aprovechamiento del viento a baja velocidad, según *New Wind* (2016), los árboles de viento “están diseñados biomiméticamente para adaptarse al paisaje rural o urbano y son silenciosos y duraderos (25 años de vida útil aproximadamente)”.

Finalmente, observando que en el país existe una oportunidad para asistir a un sector decaído; al no tener un sistema eléctrico funcionando a toda su capacidad y al ser una nación que invierte poco en energías renovables, se realiza un estudio técnico para la generación de energía eléctrica a partir de árboles de viento en el Área Metropolitana de Caracas.

Objetivos

En primer lugar esta investigación buscó analizar las variables del viento en el Área Metropolitana de Caracas con la finalidad de corroborar si técnicamente es factible utilizar árboles de viento para generar energía eléctrica. Así luego identificar una microzona para diseñar el sistema de árboles de viento y determinar la capacidad potencial de energía que este sistema podría aportar a la ciudad de Caracas.

Marco Teórico

Según National Geographic (2016), “el viento es el movimiento del aire desde un área de alta presión a un área de baja presión. De hecho, el viento existe porque el sol calienta irregularmente la superficie de la Tierra. Conforme sube el aire caliente, el aire más frío se mueve para rellenar el vacío”. Por otro lado, Taninni, González y Mastrangelo (2016) establecen que el viento es una “manifestación de las permanentes diferencias de presiones atmosféricas, pues se trata del movimiento del aire que no puede permanecer en reposo y se desplaza prácticamente sin cesar. Los vientos se definen por su dirección, sentido e intensidad (velocidad)”.

Según Vellucci (2005) el viento es una consecuencia de la radiación solar. Las diferencias de insolación entre distintos puntos del planeta generan diferentes áreas térmicas y los desequilibrios de temperatura se traducen en variaciones de presión. Durante el día, el agua de los océanos permanece relativamente más fría que la superficie terrestre. De la radiación solar que incide sobre la superficie del agua se emplea parte en calentamiento, y parte en evaporación; pero debido a la gran capacidad del agua para absorber calor, la temperatura en las capas superficiales apenas varía y lo mismo ocurre con la temperatura del aire que se encuentra en contacto con ellas. En la tierra, en cambio, la radiación solar que se recibe sobre el suelo se traduce en una elevación de la temperatura, tanto de la corteza terrestre como del aire circundante. El aire caliente se dilata, pierde presión y es remplazado por el aire fresco que viene del mar. Durante la noche el ciclo se invierte.

El viento a una velocidad media tiene una serie de efectos beneficiosos, ya que permite la renovación del aire, facilitando la transpiración de las plantas. También se encarga de la diseminación de semillas, dispersa el polen en ciertas especies y con su efecto evaporante ayuda al secado de las cosechas (Golberg, 2010). Por otro lado, en los animales, sobre todo en las aves, el viento tiene un importante papel. Muchas especies de aves como el buitre están adaptadas a masas de aire ascendentes que les permiten ascender y planear para poder buscar a sus presas, mientras

que otras especies, como las gaviotas, prefieren ambientes muy ventosos, como la costa, para poder planear contra el viento (Lozano, 2000).

El aprovechamiento del viento como fuente de energía alternativa a cobrado terreno en las últimas décadas. Según la Acciona (2017) la Agencia Internacional de la Energía (AIE) destaca que el crecimiento de las energías limpias se puede considerar imparable. Sus estadísticas aportadas en el 2015 representan que la capacidad de energía renovable en el mundo ha aumentado considerablemente. Acciona (2017) proyecta que la transición hacia un sistema energético basado en tecnologías renovables tendrá asimismo efectos económicos muy positivos pero es un gran reto. La Agencia Internacional de Energías Renovables, estima duplicar la cuota de energías renovables en el mundo, hasta alcanzar el 36 % en el 2030. Esto supondría un crecimiento a nivel global de 1,1 % ese año, que equivale a 1,3 billones de dólares, un incremento del bienestar del 3,7 % y un aumento de empleo en el sector de hasta más de 24 millones de personas, frente a los 9,2 millones que se calculan actualmente.

Muchos son los dispositivos diseñados para aprovechar el viento como fuente de energía, pero que demandan altas velocidades de viento para entrar en funcionamiento, lo que ha generado el aprovechamiento limitado de este recurso. Pero New Wind es una empresa francesa que se encarga de fabricar los árboles de viento y la tecnología que usan los mismos, que están apuntando a desarrollos que puedan ser utilizados a escala urbana. Dicho producto consiste en un árbol artificial inspirado en la naturaleza, cuyas hojas, similares a pequeños balones de rugby abiertos siendo giratorios; operan como mini turbinas que generan corriente eléctrica aprovechando las brisas y vientos. Estos árboles tienen una altura estándar de 10 metros, un diámetro de 8 metros, un peso de 4 toneladas y cuenta con 63 mini turbinas (Galilea, 2015). Aunado a esto, cabe destacar que cada árbol produce en promedio un aproximado de 2.400 KWh, las aspas se activan con 1,3 metros por segundo y la energía eléctrica es producida a partir de los 2 metros por segundo (New Wind, 2016).

Resultados y Discusión

Teóricamente, las zonas con mayor cantidad de edificios altos obstaculizan e impiden el paso del viento, lo que afecta la velocidad y dirección del mismo. Por otro lado en las zonas urbanas, existen factores como por ejemplo: velocidad de viento promedio, topografía y pendientes, y porcentajes de edificaciones altas, que afectan las condiciones ambientales y climáticas de cada zona. En la

Tabla 1 se muestra la recolección de información sobre estas variables para los diferentes municipios que componen el área Metropolitana de Caracas.

Tabla 1. Variables presentes en los Municipios de Caracas

Municipio	Velocidad de viento promedio (m/s)	Topografía representativa	Porcentaje de edificaciones altas (%)
Baruta	2.32	Montañoso	6.25%
Chacao	1.66	Plano	15.625%
El Hatillo	1.51	Montañoso	0%
Libertador	2.11	Plano	78.125%
Sucre	2.88	Montañoso	0%

Fuente: Elaboración Propia

El Municipio Baruta es una zona montañosa y posee numerosos asentamientos urbanos no planificados. No obstante, presenta únicamente dos (2) edificaciones altas en toda su región y la segunda velocidad de viento promedio más alta en el Área Metropolitana. Por lo tanto, dicha zona es favorable para la instalación y adaptación de los árboles de viento. El Municipio Chacao a pesar de ser en su mayoría una zona plana, presenta algunos asentamientos urbanos no planificados, cinco (5) edificaciones altas en toda su región y una de las velocidades de viento promedio más bajas en el Área Metropolitana. Por lo tanto, no es conveniente la instalación y adaptación de los árboles de viento en esta zona.

El Municipio Hatillo es una zona montañosa, con algunos asentamientos urbanos no planificados y ninguna edificación alta. Sin embargo, presenta la velocidad de viento promedio más baja en el Área Metropolitana, por lo tanto, tampoco es conveniente la instalación de árboles de viento en esta zona. El Municipio Libertador a pesar de ser en su mayoría una zona plana con alta velocidad de viento promedio, no es conveniente la instalación y adaptación de los árboles de viento debido a la cantidad asentamientos urbanos no planificados y al número de edificaciones altas que posee, ya que teóricamente, la velocidad y dirección del viento no son favorables en dicha área. Por último, el Municipio Sucre es una zona montañosa y posee una gran cantidad de asentamientos urbanos no planificados. Sin embargo, no posee edificaciones altas y presenta la velocidad de viento promedio

más alta en el Área Metropolitana. Por lo tanto, dicha zona es favorable para la instalación y adaptación de los árboles de viento.

Como se comprobó que el Municipio Sucre es la zona que presenta las mejores condiciones de velocidad de viento promedio, se analizaron las siguientes alternativas para desarrollar el proyecto de sistemas de árboles de viento: Alternativa A (Base Aérea Generalísimo Francisco de Miranda-Aeropuerto La Carlota), Alternativa B (Tramo de áreas verdes de la Autopista Francisco Fajardo), Alternativa C (Parque de Recreación Alí Primera-Parque del Oeste) y Alternativa D (Parque Generalísimo Francisco de Miranda-Parque del Este). En la Tabla 2 se muestra la selección de la zona.

Tabla 2. Evaluación de las alternativas para desarrollar el proyecto.

Factores		Evaluación de Alternativas							
Descripción	Peso (0-10)	A		B		C		D	
		Puntaje	Eval	Puntaje	Eval	Puntaje	Eval	Puntaje	Eval
Variables Ambientales	10	6	60	7	70	6	60	8	80
Seguridad	9	8	72	4	36	4	36	6	54
Disponibilidad de Mano de Obra	7	8	56	8	56	8	56	8	56
Accidentes	6	5	30	2	12	7	42	8	48
Costo	8	6	48	6	48	4	32	6	48
Paisajismo	7	6	42	9	63	10	70	10	70
Accesibilidad	6	7	42	7	42	5	30	6	36
Generación de empleo	6	8	48	6	36	8	48	8	48
Total	57	54	398	49	297	52	374	60	440
Porcentaje			67 %		50 %		63 %		75 %

Fuente: Elaboración Propia

La alternativa seleccionada es la D (El Parque Generalísimo Francisco de Miranda) que dispone de una extensión de terreno con un área total de 7.684,68 m² donde se puede desarrollar el proyecto de árboles de viento. Para determinar la cantidad de árboles que pueden entrar en dicha área se asume

los datos del fabricante, un árbol de viento posee 8 metros de diámetro. Para el diseño del sistema se dejará una distancia de 3 metros entre un árbol y otro. Finalmente, en la extensión de terreno disponible permite colocar aproximadamente 50 árboles de viento, por lo tanto, la potencia del sistema de árboles de viento es de (asumiendo el dato del fabricante que un árbol genera 1.900 KWh por año) 95.000 KWh al año.

Conclusiones

Respecto a lo aspectos técnicos, se concluye que los municipios Baruta, Libertador y Sucre cumplen con los requisitos mínimos de velocidad del viento para generar energía eléctrica a través del uso de árboles de viento en el Área Metropolitana de Caracas.

Respecto a la selección de la zona más favorable, se concluye que la alternativa seleccionada para ubicar el sistema de árboles de viento en el Área Metropolitana de Caracas es el Parque Generalísimo Francisco de Miranda, también conocido anteriormente como El Parque del Este.

Respecto al diseño del sistema de árboles de viento, se concluye que el proyecto, a través del dato de 1.900 KWh al año, consta de 50 árboles de viento en el Parque Generalísimo Francisco de Miranda, los cuales pueden producir un potencial eléctrico equivalente a 95.000 KWh al año.

Referencias

Acciona Energía. (2016). *Energía Eólica*. Recuperado de: <http://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-eolica/>

Corporación Eléctrica Nacional S.A. [CORPOELEC]. (2016). *Generación*. Recuperado de: <http://www.corpoelec.gob.ve/generación>

Galilea, D. (2015). Inventan un árbol de viento que genera energía eólica. Recuperado de: <http://www.vanguardia.com.mx/articulo/inventan-un-arbol-de-viento-que-genera-energia-eolica>

Goldberg, A. (2010). *El viento y la vida de las plantas*. Recuperado de: http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/3558/t42-1-r01-goldberg.pdf

Lozano, P. (2000). *Métodos y técnicas en zoogeografía*, en Meaza, G. (Coord.), Metodología y práctica de la biogeografía, pp. 317-373. Serbal.

National Geographic. (2016). *El Poder del Viento*. Recuperado de: <http://www.nationalgeographic.es/medio-ambiente/calentamiento-global/viento-poder-descripcion>

New Wind. (2016). *Innovations*. Recuperado de: <http://www.newwind.fr/en/innovations/#vent-slider>

Prodavinci. (2016). *¿Qué está pasando con el sistema eléctrico? Por qué hay una crisis eléctrica?*. Recuperado de: <http://prodavinci.com/2016/02/25/actualidad/venezuela-que-esta-pasando-con-el-sistema-electrico-por-que-hay-una-crisis-electrica/>

Tannini, R., González, J., Mastrangelo, S. (2016). Energía Eólica: Teoría y características de instalaciones. *Boletín Energético N°13*. Recuperado de: <http://www.cnea.gov.ar/sites/default/files/eolica1.pdf>

Vellucci, C. (2005). *Estudio de Factibilidad para la Construcción de un Parque Eólico en la Península de Paraguaná*. Recuperado de: <http://biblioteca2.ucab.edu.ve/anexos/biblioteca/marc/texto/AAQ4485.pdf>