

VALORACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO EN LA ZONA DEL VALLE DE PUEBLA, MÉXICO (Parte I)

J. B. Marcos², F.O. González Manzanilla¹ J. A. Yáñez Ramos³,
F. Rodríguez García², A. Goches Sánchez¹, M. García Miranda⁴.

¹Universidad Politécnica de Puebla, ²Instituto Tecnológico de San Martín Texmelucan

³Instituto Tecnológico de Puebla, ⁴CIDS-Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

jbmarcos@hotmail.com, f-er-oz@hotmail.com, j_andresyar@hotmail.com, alfonso.goches@uppuebla.edu.mx,
ferogar_1@hotmail.com, mabelle1g@hotmail.com

RESUMEN

En años futuros la humanidad tendrá que enfrentarse, desde un punto de vista energético, a un problema muy serio que es la falta de petróleo, ya que con esta fuente da movimiento al mundo en el que vivimos y sin él, como se ha venido pronosticando debido al aumento de la población que demanda cada vez más energía, será catastrófico. Es por eso el interés de buscar nuevas opciones para contrarrestar la falta del combustible fósil [1, 2] y, entre las fuentes de energías alternativas renovables eólica y solar, la que se emplea en gran medida es la eólica debido a que es competitiva desde el punto de vista de los costos. De esta forma la Universidad Politécnica de Puebla trabaja en investigación, análisis de datos y desarrollo de prototipos para las energías sostenibles. Es así que, con los datos que se presentan en este trabajo en el periodo 01 de enero al 30 de septiembre de 2012 se tienen promedios de: velocidad del viento 2.8 m/s, presión barométrica 1002 mbar, temperatura 17 °C, humedad relativa 59%, proporcionando un potencial eólico de 5673.6 W, por lo tanto es de suma urgencia el apoyo de las autoridades para el desarrollo sustentable y real de México.

Palabras Clave: Aerogeneradores (wind turbine), energía eólica (wind power), potencial eólico (eolic potential), velocidad del viento (wind speed).

1. INTRODUCCIÓN

Desde tiempos remotos la energía eólica se ha utilizado como una fuerza motriz para poder trasladar mercancías en embarcaciones a través de los ríos como el Nilo [1, 3] Tigris y Éufrates y establecer comercio entre culturas, de igual forma para impulsar molinos de viento como los hallados en la región de Sijistán, entre Irán y Afganistán o los de Grecia y Holanda que se utilizaban prácticamente para bombeo de agua y molienda de granos [1, 4] Sin embargo la utilización de este recurso fue en decadencia debido a la utilización en gran medida del combustible fósil y a la difusión de la electricidad que se tuvo en la revolución industrial.

No obstante, debido al cambio climático, la necesidad de buscar nuevas formas de obtener energía limpia ha centrado la atención nuevamente hacia el recurso del viento ya que es prácticamente un recurso inagotable [2], no contamina y con la utilización de tecnología, instrumentos y equipos como un aerogenerador, que forma parte de los parques eólicos (Figura. 1) que no solamente se utilice para extracción de agua o molinos sino que, es posible contrarrestar deficiencias de energía eléctrica sin deteriorar el medio ambiente, claro, la instalación de estos aparatos resulta en ocasiones relativamente costoso, pero a la larga se sentirán los resultados positivos, específicamente en el campo económico [4] Además, por la manifestación indirecta de la energía solar y al poco porcentaje de radiación solar que es de un 1% a 2% en las capas altas de la atmósfera, que finaliza en la transformación de la energía cinética de los vientos [6] y conforme a los beneficios que otorga la energía eólica y el impacto que está causando en el mundo, es preciso mostrar el potencial eólico que se puede alcanzar en la zona centro – oeste del estado de Puebla a partir de datos proporcionados por alumnos y docentes de la Universidad Politécnica de Puebla [1, 2, 5], además de dar a conocer algunas ventajas y desventajas que tendría en dicha zona. . Es importante señalar que empresas extranjeras han capitalizado el recurso energético y que en cierta medida han aportado al crecimiento de la calidad de vida de los habitantes de la región, en el estado de Oaxaca en la zona del Istmo de Tehuantepec, pero solo el 10% de lo utilizado para un generador eólico se hace en el país, lo cual es grave, porque se depende altamente de la tecnología extranjera, urge tomar acciones sobre todo urge el apoyo a los desarrolladores tecnológicos “Nacionales” que están en las instituciones de educación superior, tal es el caso de la UPPUE; ITSSM e ITP[1, 2].



Fig. 1. Parque eólico OAXACA III, Empresa Acciona Energía en Oaxaca, México.

2. METODOLOGIA

La información recabada para este trabajo fue adquirida mediante instrumentos como la estación meteorológica que está ubicada en la parte posterior del edificio D1 y a un costado del LT1 de la Universidad Politécnica de Puebla, cuya ubicación se muestra en la tabla 1. La marca de la estación es Davis y modelo Vantage pro2 Plus que cuenta un anemómetro, veleta y sensores de humedad y temperatura entre algunos y cuyas ubicación geográfica esta en las coordenadas que se enuncian en la tabla 1.

Valor	Descripción
1905'42''	Latitud Norte
9822'04''	Longitud Oeste
2222 msnm	Altitud
10 / Dic. / 2007	Inicio de operación

Tabla 1. Coordenadas de la ubicación geográfica estación meteorológica UPP # 1.



Figura 2. Ubicación geográfica de la Universidad Politécnica de Puebla.

Para la medición de los parámetros del viento, se usa el equipo que se encuentra a una altura de 2 metros del nivel del suelo como se muestra en la figura 3.



Figura 3. Anemómetro y veleta que forman parte de la estación meteorológica.

Para la obtención del potencial eólico de la zona son necesarios algunos factores [7, 9], importantes entre los cuales se destacan la velocidad del viento, la densidad del aire y el tamaño del rotor del aerogenerador.

Para obtener la velocidad del viento se utilizó la base de datos que proporciona la estación meteorológica que hace una captura en función del tiempo por lo que resultan mediciones de cada 30 minutos durante el periodo comprendido del 01 de enero al 30 de septiembre del año 2012.

El siguiente factor se calculó en función del promedio de la temperatura y de la altura de la región donde se están realizando las mediciones tomando como constante el valor de 1.225 Kg/m^3 que pertenece a la presión a nivel del mar con una temperatura de 15°C .

Para el tamaño del rotor se tomaron instrumentos comerciales con el fin de hacer un estimado de cuanto potencia eólica se halla en la zona. Para fines de cálculo se tomó un aerogenerador comercial cuyas especificaciones [11] se muestran en la tabla 2 [8, 9].

Aerogenerador Comercial	
Empresa	VESTAS
Modelo	V 27
Potencia nominal	225 KW
Diámetro de rotor	27 m
Área de barrido	572.5 m^2
Numero de palas	3
Altura de eje	31.5 m
Viento inicial	3.5 m/s

Tabla 2. Especificaciones técnicas de aerogenerador comercial.

Se toma en consideración la ecuación (1) de densidad de potencial eólico. Esta ecuación es de gran utilidad para determinar la mejor ubicación para el desarrollo de la energía eólica [10].

$$P = \frac{1}{2} \rho v^3 \quad (\text{Ec. 1})$$

Continuando, para calcular la potencia máxima que puede entregar un aerogenerador utilizamos la siguiente ecuación (2), [10] en la cual incluimos el área barrida por las alabes del equipo.

$$P = \frac{1}{2} \rho A v^3 \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde P es la potencia que se expresa en W, ρ es la densidad del aire en Kg/m^3 del punto a tratar, A es el área del rotor expresada en m^2 y v es el promedio de las velocidades del viento en m/s al cubo.

Se considera además, la ecuación (3) la cual manifiesta la variación de la densidad del aire [4, 5].

$$\rho = 1.225 e^{\left[\frac{-z}{8435} - \frac{(T-15)}{288} \right]} \quad (\text{Ec. 3})$$

Siendo la altura de la zona medido en metros sobre el nivel del mar el valor de z , y grados centígrados el valor de T . Algunos otros factores influyen también como estaciones del año, cultivo, orografía y obstáculos ya sean temporales o permanentes. Es por ello que utilizamos expresiones teóricas para determinar perfiles de velocidad dependiendo de la altura donde se cuente con la información. La ley exponencial de Hellmann [1, 4, 5] es una de

estas expresiones que se usa para relacionar la velocidad del viento a distintas alturas, esta ley es expresada por la ecuación (4).

$$\frac{v_f}{v_o} = \left[\frac{H_f}{H_o} \right]^\alpha \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde v_o es la velocidad de referencia a una altura H_o también de referencia, y v_f es la velocidad final a calcular a una altura H_f determinada, α es el exponente de Hellman o coeficiente de fricción, el cual depende del tipo de terreno donde se hacen las mediciones [8]. En la tabla 3 se muestra el perfil vertical del viento según la ley de Hellman de acuerdo a la altura con el terreno [4].

Tipo de Terreno	Coficiente de Hellman
Lugares llanos con hielo o hierba	$\alpha = 0,08 - 0,12$
Lugares llanos (mar, costa)	$\alpha = 0,14$
Terrenos poco accidentados	$\alpha = 0,13 - 0,16$
Zonas rústicas	$\alpha = 0,2$
Terrenos accidentados o bosques	$\alpha = 0,2 - 0,26$
Terrenos muy accidentados o ciudades	$\alpha = 0,25 - 0,4$

Tabla 3. Valores del exponente de Hellman respecto a la rugosidad del terreno.

Se manejó de igual manera el software Windographer (Mistaya Engineering Inc, 2012) [1] para determinar cuál es la dirección del viento para poder generar la rosa de los vientos y corroborar los resultados de la velocidad del viento con los analizados en la hoja de cálculo de Excel, la cual se detallará en la segunda parte de éste trabajo.

REFERENCIAS

- [1] Marcos Jiménez, J.B. (2014), Diseño y construcción de un aerogenerador de baja potencia para impulso de un motor de tipo jaula de ardilla. Tesis Maestría UPPUEBLA.
- [2] Yáñez Espinosa J. R.& González Manzanilla F.O., (2014) Construcción de un generador eólico para convertir la energía eléctrica del flujo de aire de un condensador industrial en energía eléctrica. *Revista Visión Politécnica*, año 9 no.2, 3-7.
- [3] Bouzareñs, L. O. (2007). Energía Eólica: Origen, Realidad y Perspectiva. *Revista Transporte, Desarrollo y Medio Ambiente*, 27, 12-14.
- [4] Díaz, J. L., González, J. M., & Saldívar, V. M. (2010). Evaluation of the eolic potencial of a zone located in the state of Zacatecas, Mexico. *Tecnología, Ciencia, Educación. Redalyc*, 95 - 98.
- [5] Díez, P. F. (2000). *Energía Eólica*. España Cantabria.
- [6] Garrido, P. C. (2009). *Diseño e Integración de Instalación de un Sistema de Producción de Energía Eólica Doméstica*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid.
- [7] Manwell, J. F., MCGowan, J. G., & Rogers, A. L. (2009). *Wind Energy Explained: Design and Application*. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.
- [8] Masters, G. M. (2004). *Renewable and Efficient Electric Power Systems*. USA: John Wiley and Sons.
- Mistaya Engineering Inc. (2012). *windographer*. Obtenido de windographer let you wind knowledge soar: <http://www.windographer.com/>
- [9] Ruedas, F. B., Camacho, C. Á., García, J. A., & Morales, D. E. (2008). *Análisis y Validación de Metodología Usada para la Obtencion de Perfiles de Velocidad del Viento*. Acapulco Gro.: Reunion de verano, RVP-AI/2008.
- [10] Valle, J. M. (2012). *Validación Física del Modelo de Aerogeneradores por Efectos Disipativos*. México: UNAM.
- [11] Wind Pioneer. (2013). *Wind Pioneer LTD*. Obtenido de V27 Wind Turbine – Technical Specification: www.windpioneer.co.uk