



Caracterización del viento On-shore como capos vectoriales en la zona sur del Estado de Tamaulipas

Characterization of the On-shore wind as vector fields in the southern area of the state of Tamaulipas

Miguel-Ángel Barrón-Castelán¹, José-Federico Chong-Flores¹, Oscar Del-Angel-Castillo¹,
Raco-Daniel Arteaga-Jiménez¹, Mayda Lam-Maldonado¹

¹ Tecnológico Nacional de México – IT de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 23-10-2023

Aceptado: 03-12-2023

Autor correspondal: miguel.bc@cdmadero.tecnm.mx

Resumen

Este trabajo de investigación se centra en retomar el análisis hecho por el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada Unidad Altamira sobre la caracterización del viento on-shore dentro de la zona conurbada de la zona sur de Tamaulipas y el estudio de una de las energías renovables que existe en el mundo, la energía eólica; sin embargo, hay una amplia explicación sobre las diversas energías renovables que existen.

En este estudio se tomaron mediciones en distintos puntos de las siguientes ciudades del estado de Tamaulipas las cuales son: Tampico, Madero y Altamira. Se realizó una investigación previa para determinar los puntos adecuados para la toma de mediciones, los puntos fueron diversificados en varias zonas para así poder obtener las conclusiones correspondientes a esta investigación y así determinar si el sur del estado de Tamaulipas es viable para la instalación de parques eólicos.

Esta investigación puede marcar la pauta para realizar más estudios relacionados con este tema; ya que la caracterización del viento on-shore se puede extender por toda la zona costera del estado de Tamaulipas. Asimismo, se podría dar pie a más investigaciones en el estado, pero enfocado a otro tipo de energía renovable como podría ser la energía undimotriz y mareomotriz, entre otras, y así determinar si las zonas aledañas de nuestra zona son indicadas para este tipo de energías.

Palabras clave: caracterización, on-shore, viento, energía eólica, energías renovables.

Abstract

This research work focuses on resuming the analysis made by the Altamira Research Center for Applied Science and Advanced Technology Unit on the characterization of the on-shore wind within the metropolitan area of the southern area of Tamaulipas and the study of one of the renewable about the various renewable energies that exist in the world, wind energy. However, there is a wide explanation about the various renewable energies that exist.

In this study, measurements were taken at different points in the following cities in the state of Tamaulipas, which are: Tampico, Madero and Altamira. A previous investigation was carried out to determine the appropriate points for taking measurements, the points were diversified in several areas in

order to obtain the corresponding conclusions to this investigation and thus determine if the south of the state of Tamaulipas is viable for the installation of parks wind

This research can set the tone for further studies related to this topic; since the characterization of the on-shore wind can be extended throughout the entire coastal area of the state of Tamaulipas. Likewise, it could lead to more research in the state, but focused on other types of renewable energy such as wave and tidal energy, among others, and thus determine if the surrounding areas of our area are indicated for this type of energy.

Keywords: characterization, on-shore, wind, wind energy, renewable energies.

Introducción

El presente proyecto cuyo título es Caracterización del viento off-shore como campos vectoriales en la zona sur del estado de Tamaulipas fue realizado por profesores del Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Madero por petición del Gobierno del Estado de Tamaulipas por conducto de la Secretaría de Energía y la paraestatal Alianza Tam; durante el periodo de Octubre de 2022 a Septiembre de 2023, con la finalidad de caracterizar el perfil de los vientos predominantes de la zona sur del Estado de Tamaulipas; que comprende los municipios Tampico, Madero y Altamira.

La presente investigación busca definir el perfil de los vientos en la zona conurbada del sur del Estado para colaborar con el Gobierno del Estado para proporcionar información relevante, la cual pueda ser considerada en los planes estratégicos del Gobierno para en conjunto con la iniciativa privada tomar decisiones en cuanto a definir emplazamientos de parques eólicos on-shore y potencialmente parques eólicos off-Shore; que puedan contribuir a la generación de energía eléctrica renovable y de esta manera mitigar la contaminación provocada por la emisión de sustancias tóxicas al medio ambiente por la utilización de hidrocarburos en las centrales termoeléctricas y nucleoelectricas.

Materiales y métodos

La metodología utilizada en el presente proyecto, ha sido totalmente experimental; debido a que es un trabajo para recopilar datos en 5 diferentes puntos de medición mostrados en la figura 1 y su geolocalización identificada en la tabla 1; durante diferentes meses y horarios a lo largo de todo el año. Todo esto utilizando un sistema de medición aéreo, compuesto por un dron en el cual se transporta un anemómetro.

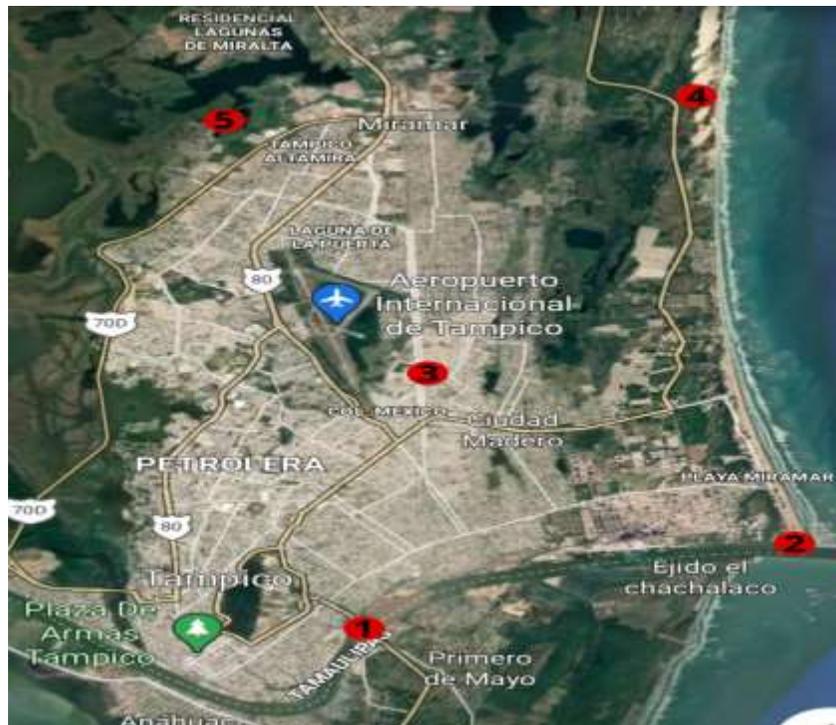


Figura 1. Puntos de medición en Cd. Madero, Tampico y Altamira, Tamaulipas.

Fuente: Google earth (2023)

Tabla 1. Geolocalización de los puntos de medición.

Punto	Altitud	Longitud
1. Puente Tampico.	22° 13' 41" N	97° 50' 13" W
2. Malecón Costero	22° 15' 50" N	97° 47' 10" W
3. Ave. Monterrey	22° 17' 06" N	97° 50' 58" W
4. Dunas Doradas	22° 21' 03" N	97° 49' 48" W
5. Lagunas de Miralta	22° 19' 45" N	97° 53' 46" W

Fuente: Los autores (2023)

Para desarrollar el presente trabajo se utilizaron básicamente los siguientes materiales que enseguida se describen en cuanto a sus características:

1. Aeronave Mavic Air DJI (dron)



Figura 2. Aeronave Mavic Air DJI. Fuente: fabricante

Las principales características del dron utilizado son: Peso de despegue: 430 g, Dimensiones: Plegado: 168×83×49 mm (Largo x Ancho x Alto), Extendido: 168×184×64 mm (Largo x Ancho x Alto), Distancia diagonal: 213 mm, Velocidad máxima en ascenso: 4 m/s (modo S), 2 m/s (modo P), 2 m/s (modo Wi-Fi). Velocidad máxima en descenso: 3 m/s (modo S), 1.5 m/s (modo P), 1 m/s (modo Wi-Fi).

Velocidad máxima (cerca del nivel del mar, sin viento): 68.4 km/h (modo S), 28.8 km/h (modo P), 28.8 km/h (modo Wi-Fi). Altura máxima de servicio sobre el nivel del mar: 5000 m. Tiempo máximo de vuelo (sin viento): 21 minutos (a una velocidad constante de 25 km/h). Tiempo máximo en vuelo estacionario (sin viento): 20 minutos. Distancia máxima de vuelo (sin viento): 10 km. Resistencia al viento máxima: 29 - 38 km/h, Ángulo de inclinación máximo: 35° (modo S), 15° (modo P), Velocidad angular máxima: 250°/s (modo S), 250°/s (modo P). Rango de temperatura de funcionamiento: 0 °C - 40 °C, Frecuencia de funcionamiento: 2.400-2.483 GHz, 5.725-5.850 GHz. Transmisión de potencia (PIRE): 2.400 - 2.4835 GHz, FCC: ≤ 28 dBm, CE: ≤ 19 dBm, SRRC: ≤ 19 dBm, MIC: ≤ 19 dBm, 5.725 - 5.850 GHz, FCC: ≤ 31 dBm, CE: ≤ 14 dBm, SRRC: ≤ 27 dBm, GNSS: GPS + GLONASS, Rango de precisión en vuelo estacionario: -Vertical: ± 0.1 m (con posicionamiento visual), ± 0.5 m (con posicionamiento por GPS), Horizontal: ± 0.1 m (con posicionamiento visual), ± 1.5 m ((con posicionamiento por GPS)

2. Anemómetro. Medidor de velocidad del viento.



Figura 3 Anemómetro JG-055388, Fuente: Fabricante

Las principales características del anemómetro utilizado son: velocidad del aire: Rango: 0 – 30 m / s, Resolución: 0,1 m / s, Umbral: 0,1 m / s, Precisión: +/- 5%. Temperatura del aire: Rango: -10°C – 45°C, Resolución: 0.2°C, Precisión: ± 2 °C. Se alimenta con una batería de 3V CR2032. Humedad de funcionamiento: menor o igual al 90% de HR. Consumo de corriente: aproximadamente 3 mA. Tamaño de Elemento: 105 mm * 40 mm * 18 mm y Peso de 50 g.

Para realizar las mediciones se hizo el montaje del anemómetro sobre el dron como se ilustra en la figura 4; mientras que en la figura 5 se ilustran un grupo de fotografías adquiridas con la cámara de video de la aeronave en los diversos puntos de medición.



Figura 4. Montaje del sistema aéreo de medición del viento. Fuente: Los autores (2023)

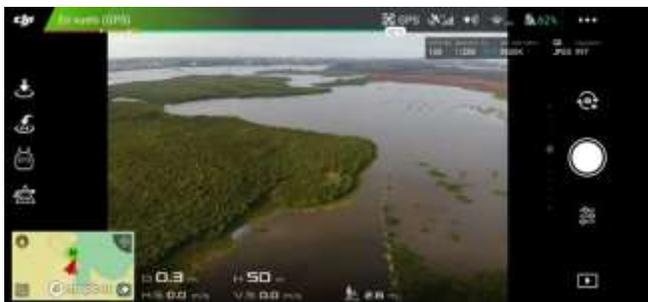


Figura 5. Imágenes aéreas de los diversos puntos de medición. Fuente: Los autores (2023)

Resultados y discusión

Una vez integrado el anemómetro a la aeronave como se ilustra en la figura 5 y de haber realizado las mediciones en los 5 puntos referidos durante todo un año en diversos horarios, se obtuvieron los siguientes resultados relevantes, que se muestran en las tablas 2 y 3.

Tabla 2. Medición de la velocidad del viento en los puntos de medición durante el periodo de Octubre de 2022 a Febrero 2023. Fuente: Los autores (2023)

		Dirección	
Zona	Altura	Norte a sur	Este a Oeste
1. Puente Tampico	50 m	4.4 m/s	8.6 m/s
	100 m	10.1 m/s a 11.5 m/s	—
2. Malecón Playa Miramar	50 m	4.4 m/s	6.4 m/s
	100 m	2.6 m/s	7.4 m/s
3. Avenida Monterrey	50 m	3.5 m/s	4.4. m/s
	100 m	3.9 m/s	5.6 m/s
4. Dunas Doradas Playa Miramar	50 m	5.4 m/s	3.8 m/s
	100 m	5.6 m/s	5 m/s
5. Laguna de Miralta	50 m	5.7 m/s	3.4 m/s
	100 m	5.6 m/s	3 m/s

Tabla 3. Medición de la velocidad del viento en los puntos de medición durante el periodo de Marzo a Noviembre de 2023. Fuente: Los autores (2023)

Zona		Dirección	
		Norte a sur	Este a oeste
1. Puente Tampico	50 m	4.2 m/s	6.6 m/s
	100 m	_____	_____
2. Malecón Playa Miramar	50 m	7.9 m/s	6.4 m/s
	100 m	_____	_____
3. Avenida Monterrey	50 m	7.0 m/s	4.0 m/s
	100 m	_____	_____
4. Dunas Doradas Playa Miramar	50 m	7.0 m/s	3.9 m/s
	100 m	_____	_____
5. Laguna de Miralta	50 m	5.8 m/s	3.0 m/s
	100 m	_____	_____

Conclusiones

Tomando en cuenta los objetivos del proyecto, los resultados fueron los esperados a pesar de algunas dificultades que se presentaron en el momento de las tomas de mediciones.

Se tuvieron dificultades para poder acceder a algunos lugares, lo cual restringió la toma de lecturas y disminuyó la frecuencia con la que se pudieron realizar mediciones en campo.

Se logró obtener las lecturas en los puntos establecidos dentro de la zona conurbada del sur del estado de Tamaulipas, sin embargo, se recomienda que se continúe con la investigación con instrumentos de medición más exactos, ya que, al usar un instrumento más económico, puede llevar a tener una lectura poco acertada que, en cuestión de energía generada por el viento, puede tener una gran variación, lo que llevaría a importantes pérdidas económicas.

Por otra parte, se evaluó que un proyecto de esta magnitud requiere una ratificación de las lecturas con duración de al menos de 3 años, para registrar las condiciones del viento.

Además, se contaba de antemano con un medidor anemómetro, pero debido a sus dimensiones y peso, no resultó óptimo el montarlo en la aeronave. Es por esto que se optó por adquirir un medidor con un peso más liviano que se adecuara a las condiciones del dron.

Es recomendable también poder tomar lecturas mar adentro, al menos a 10 kilómetros de la orilla de la playa; en donde presumiblemente podrían obtenerse mayores velocidades y con flujos más laminares y constantes de los vientos. En este caso sería necesario gestionar permisos con la capitanía de puerto y/o con la Secretaría de Marina para abordar algún tipo de embarcación, cumpliendo los requisitos implícitos así como el permiso de la Secretaría de Telecomunicaciones y Transporte para elevar la aeronave a aproximadamente 100 metros sobre el nivel del mar.

Se tiene como referencia que un aerogenerador industrial necesita una velocidad de entre 3 ó 4 m/s para su arranque y requiere una velocidad media anual de 5 m/s, por lo que se recomienda mínimo hacer lecturas por al menos 3 años para tener mayor información, además de tener lecturas durante días completos de manera más frecuente, por lo tanto, no se puede aún tener la certeza de recomendar o no la instalación de plantas eólicas en la zona sur del estado de Tamaulipas.

Referencias bibliográficas

1. https://www.irena.org//media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Jun/IRENA_Costs_2019_ES.PDF?la=en&hash=A74F5A6BA01D86C175702B4F27C7086AF5D23F99
(consultada Noviembre 2022)
2. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/wind> (consultada Noviembre 2022)
3. <https://www.iea.org/reports/projected-costs-of-generating-electricity-2020>
(consultada Noviembre 2022)
4. <https://www.iea.org/reports/renewables-2020/wind#abstract> (consultada Diciembre 2022)
5. <https://www.iea.org/reports/offshore-wind> (consultada Diciembre 2022)
6. <https://www.iea.org/reports/onshore-wind> (consultada Diciembre 2022)
7. <https://www.iea.org/articles/renewables-2020-data-explorer?mode=market®ion=Mexico&product=Wind> (consultada Diciembre 2022)
8. https://openei.org/wiki/Wind_turbine (consultada Diciembre 2022)

9. https://web.archive.org/web/20080923130600/http://www.eere.energy.gov/windandhydro/windpoweringamerica/pdfs/small_wind/small_wind_guide_spanish.pdf (consultada Enero 2023)
10. <https://core.ac.uk/download/pdf/288502023.pdf> (consultada Enero 2023)
11. https://es.wikipedia.org/wiki/Generador_el%C3%A9ctrico (consultada Enero 2023)
12. <https://es.wikipedia.org/wiki/Anem%C3%B3metro> (consultada Enero 2023)
13. <http://drømstørre.dk/wp-content/wind/miller/windpower%20web/es/tour/wres/wndspeed.htm>
14. <https://climate.ncsu.edu/edu/Shear> (consultada Febrero 2023)
15. <https://www.renewablesfirst.co.uk/windpower/windpower-learning-centre/how-windy-does-it-have-to-be/> (consultada Febrero 2023)
16. <https://www.elsoldemexico.com.mx/finanzas/drones-leyes-mexico-direccion-general-de-aeronautica-civil-sct-espacio-aereo-mexicano-5687607.html> (consultada Febrero 2023)
17. https://rodas5.us.es/file/a768a69f-cc90-ce79-22c6-adcc921cf5d1/2/tema3_ims_SCORM.zip/page_03.htm (consultada Marzo 2023)
18. <http://www.energiasolar.gub.uy/index.php/aula-didactica/que-es-la-energia/fuentes-de-energia-no-renovables> (consultada Abril 2023)
19. http://www.energia.gov.ar/contenidos/archivos/publicaciones/libro_energia_eolica.pdf (consultada Mayo 2023)