

# CARACTERIZACIÓN DEL POTENCIAL EÓLICO MARINO EN LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

Estefanía García Caballero, Christian M. Appendini y Bernardo Figueroa Espinoza

Instituto de Ingeniería, Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros, UNAM, EGarciaCa@iingen.unam.mx, CAppendiniA@iingen.unam.mx, UNAM, BFiguroaE@iingen.unam.mx

## Introducción

Dentro del tema de energía, los recursos renovables han tomado fuerza y se han posicionado como la vía más importante para vivir una revolución energética. La reducción en la disponibilidad de combustibles fósiles y su impacto negativo en el medio ambiente ha llevado a repensar las estrategias para cubrir el aumento de la demanda mundial de energía (REN21, 2016). En países como Dinamarca, Holanda y Alemania, se espera que en un corto plazo la energía eólica satisfaga la mayor parte de su consumo energético. En estos países los campos eólicos se encuentran en su mayoría costa afuera (offshore, en inglés), debido a un potencial energético mayor y a normas medioambientales.

En México, la Península de Yucatán tiene actualmente varios proyectos de campos eólicos en tierra; sin embargo, existen problemas medioambientales y sociales que ponen en riesgo a estos proyectos. Como alternativa, los parques eólicos marinos presentan diversas ventajas como lo es el mayor aprovechamiento del potencial eólico en comparación con la zona terrestre.

## Metodología

Para este trabajo se evaluaron las características del campo de viento terrestre y marino mediante datos del modelo WRF proporcionado por la Universidad Técnica de Dinamarca (DTU, por sus siglas en inglés) para un periodo del 2005 al 2016. Los datos extraídos del modelo fueron validados con mediciones del viento proporcionadas por 12 estaciones meteorológicas automáticas en el área terrestre y marina distribuidas como se muestra en la Figura 1. Once de estas estaciones son propiedad del Servicio Meteorológico Nacional (SMN) y la Secretaría de Marina (SEMAR) y la restante es propiedad del Laboratorio de Ingeniería y Procesos Costeros (LIPC) de la UNAM.

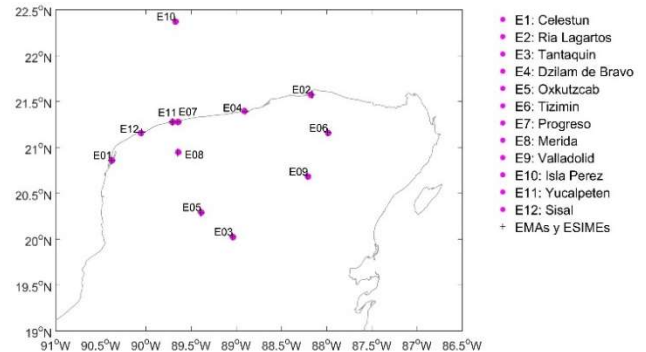


Figura 1. Ubicación de estaciones meteorológicas automáticas en la zona terrestre y marina de Yucatán.

Para analizar la diferencia del potencial eólico en la zona marina y terrestre, y estimar la competitividad de Yucatán ante los pioneros en energía eólica, generamos una comparación preliminar entre los principales parques eólicos de Europa y Estados Unidos. Posteriormente, realizamos la caracterización del viento con los datos del modelo en la zona marina y terrestre de Yucatán a 10 m sobre el nivel del suelo, para conocer la distribución de la intensidad y dirección del viento en tiempo y espacio. Se analizó la variabilidad diurna, mensual y estacional del viento para el dominio completo y seis puntos en tres sitios de interés (un punto terrestre y otro marino): Dzilam de Bravo, Progreso y Sisal. Los dos primeros son relevantes debido a que contienen algunos de los desarrollos terrestres de energía eólica de Yucatán y el tercero por el conocimiento previo que se tiene debido a diversos estudios realizados en la zona.

Una vez delimitada el área con el mayor potencial eólico en la zona marina, se propuso un parque eólico marino de tal manera que se seleccionaron las características de los aerogeneradores y su distribución a lo largo del área disponible como se muestra en la Figura 2Figura . Posteriormente, realizamos una aproximación del potencial que podría ser generado por el parque eólico propuesto.

Una vez determinado el potencial eólico, comparamos el resultado con las cifras de algunos parques eólicos marinos existentes en el mundo.

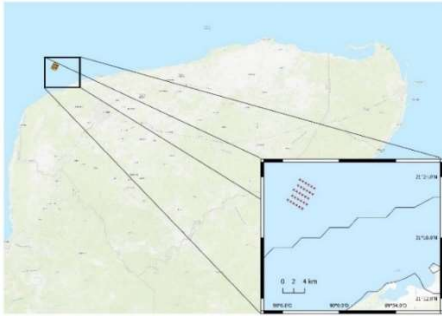


Figura 2. Propuesta de configuración de aerogeneradores para el parque eólico marino en Yucatán.

## Resultados

En la caracterización del viento como se muestra en la Figura 3 la variabilidad diurna para el punto marino en Sisal muestra velocidades de 4 a 7 m/s durante la mañana y por la tarde alcanzan valores de 10 a 12 m/s. Por otro lado, durante marzo y mayo se registran las intensidades del viento más altas, mayores a 12 m/s, mientras que de julio a septiembre se presentan los valores de intensidad más bajos de 2 a 4 m/s.

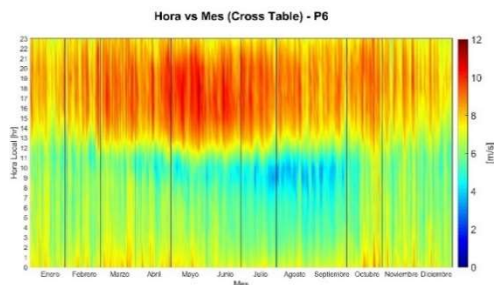


Figura 3. Relación cruzada de la variabilidad diurna y mensual de la intensidad del viento para el P6 ubicado en la zona marina de Sisal.

El análisis de la distribución del potencial eólico en Yucatán mostró que cerca del 75 % de ocurrencia de los datos en tierra está por debajo de los 150 W/m<sup>2</sup>, y en el mar el 85% está por encima de este valor de potencial disponible (Figura 4). El valor máximo alcanzado con 1% de ocurrencia fue de 500 W/m<sup>2</sup> para la zona terrestre y de 1000 W/m<sup>2</sup> en la zona marina.

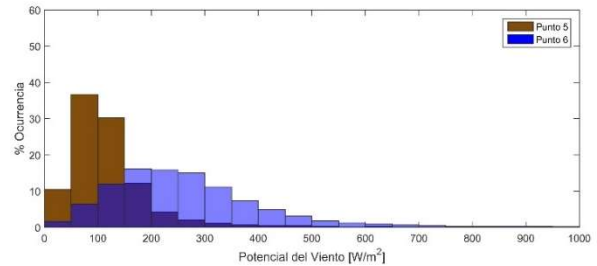


Figura 4. Porcentaje de ocurrencia del potencial del viento en el municipio de Sisal para la zona marina y terrestre.

La estimación del potencial extraíble por el parque eólico propuesto dio como resultado una velocidad promedio de 7.63 m/s y una potencia promedio de salida de 2334.83 kW. Considerando que el total de turbinas consideradas para la propuesta es de 30 dispositivos, la potencia total extraíble por el parque es de 70 MW. Este valor es comparable con la potencia de diseño del parque eólico Kentish Flats (Inglaterra) de 90 MW y con los 108 MW de Edmond Aan Zee (Holanda), los cuales son similares en diseño con el parque propuesto.

## Conclusiones

El análisis estadístico indicó que en la mayoría de las estaciones utilizadas durante la validación es posible reproducir la dinámica del viento por medio de modelos numéricos. Por otro lado, la evaluación del potencial disponible en todo el dominio nos mostró que existe una diferencia considerable entre la zona terrestre y marina, tal que en esta última encontramos los valores más altos de potencial. Como resultado del cálculo del potencial extraíble por el parque propuesto, encontramos que nuestra área de estudio es competitiva frente a otros desarrollos marinos ya establecidos y los parques eólicos terrestres desarrollados en Yucatán. Por estos motivos, nuestra propuesta representa una alternativa importante para satisfacer la creciente demanda energética de la región.

## Agradecimientos

Los datos del modelo WRF de la DTU fueron proporcionados por la Dra. Vanesa Magar y el Dr. Markus Gross del CICESE.

## Referencias

REN21. (2016). Energías Renovables 2016. *REN21*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>



1er Congreso Internacional  
**CEMIE-Océano**



