

Mitos de la energía eólica

OSVALDO RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ

El Dr. Rodríguez Hernández es investigador de tiempo completo del Instituto de Energías Renovables-UNAM, en el Grupo de Energía Eólica y responsable del Laboratorio de Sistemas Eólicos. Sus líneas de investigación se concentran en la implementación de modelación meteorológica para el estudio del recurso eólico. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 e integrante de la Academia de Ciencias de Morelos. Representa a los y las investigadoras del Instituto ante el H. Consejo Universitario de la UNAM.

Esta publicación fue revisada por el comité editorial de la Academia de Ciencias de Morelos.

Desde el 2016 tengo la fortuna de participar como profesor de la asignatura "Eólica" en la Licenciatura en Ingeniería en Energías Renovables que se imparte en el Instituto de Energías Renovables de la UNAM [1]. Entre las clases y pláticas que he dado, las preguntas son habituales, pero hay algunas que destacan e inspiran este breve texto que a continuación comparto. ¿Es verdad que: "las turbinas eólicas dañan el medio ambiente", "las turbinas eólicas son muy ruidosas", "la energía que generan es más cara que la generada con combustibles fósiles", "los molinos de viento matan muchas aves y murciélagos", "consumen el agua de la región", "el viento es impredecible y eso compromete la confiabilidad de la red eléctrica"?

Aunque podríamos dar respuesta rápidamente a cada una de las preguntas, invito a la persona lectora a acompañarme en este breve texto para construir las respuestas. De no aceptar esta invitación, puede usted pasar al último párrafo a develar estas incógnitas.

Uno de los más grandes problemas que enfrenta y enfrentará la humanidad es el Cambio Climático. El consenso en la comunidad científica es contundente, el planeta y las condiciones climáticas que conocemos cambiarán por el aumento de la temperatura del planeta, el cual es consecuencia de la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, consecuencia de las actividades humanas como la quema de combustibles fósiles.

Estos cambios pueden ser más o menos drásticos. Entre los posibles impactos identificados como consecuencia del cambio climático se encuentra una disminución en la disponibilidad de agua y la producción de alimentos. Habrá efectos en salud, aumentarán las enfermedades infecciosas y la migración. Algunas regiones del mundo se inundarán y habrá un aumento de incendios forestales con impactos evidentes en la infraestructura y el desarrollo económico. Además, se predice un impacto a la biodiversidad y los ecosistemas [2].

Ante este futuro catastrófico, muchas naciones han generado esfuerzos coordinados en el marco de las Naciones Unidas para construir acuerdos que se traduzcan en políticas. Las acciones son diversas, sin embargo, se centran en la energía. Debemos utilizarla de manera eficiente y transitar de combustibles fósiles para la generación eléctrica a las fuentes renovables de energía. Esto se debe a que la electricidad que hemos consumido y con-

sumimos en nuestros hogares, proviene de la quema de combustibles fósiles. Como producto de esta combustión se encuentra la emisión de gases a la atmósfera, los cuales alteran el flujo de energía que el planeta recibe del Sol y promueven el llamado calentamiento global.

México contribuye con el 1.28% de las emisiones GEI en el mundo [3]. Recientemente ha refrendado sus metas de mitigación de GEI a un 40% para el 2030, condicionado a apoyo externo. Esto implica una mayor participación de energías limpias en la matriz de generación eléctrica nacional. Hay que notar que la Comisión Reguladora de Energía reconoce que energías limpias a los generadores eficientes o de menor concentración de emisiones, como los de ciclos combinados o las centrales nucleares, más las fuentes renovables de energía como la hidráulica, geotermia, solar y eólica.

La energía eólica es una de las tecnologías más populares en el mundo para la generación eléctrica. Es una fuente renovable, es decir, interviene un ciclo natural de la Tierra para extraer energía, la cual se renueva a lo largo del tiempo, y que, por lo tanto, podríamos considerarla como inagotable.

El viento se ha utilizado como fuente de energía desde el año 200 AC [4]; se utilizó para moler granos y para transportarnos. Su contenido de energía es tal, que pudo mover grandes barcos de un continente a otro. Hoy en día, el viento es utilizado para generar electricidad a través de dispositivos llamados aerogeneradores o turbinas eólicas. Su principio de funcionamiento consiste en aprovechar las fuerzas de sustentación que se generan en sus palas debido a la interacción de éstas con el viento (ver figura 1). El movimiento resultante es el giro del rotor, el cual se transmite a la caja de engranes y posteriormente al generador eléctrico. Dada la variabilidad del viento, un aerogenerador genera electricidad en forma variable, sin embargo, gracias a su diseño, esta variabilidad puede reducirse a rangos específicos de velocidades de viento.

Un aerogenerador moderno puede llegar a

medir 80 metros de altura (altura de rotor) y cuenta con palas del orden de los 60 metros de largo. En la actualidad, la potencia que puede generar un aerogenerador en condiciones óptimas de operación es de 2 a 3 megawatts (MW). A esta potencia se le conoce como potencia nominal y estos valores son los típicos para un aerogenerador instalado en tierra. Los aerogeneradores pueden también ser instalados en el mar. Las principales ventajas de llevar estos dispositivos mar adentro son dos: la capacidad de alcanzar velocidades mayores a menores alturas y la reducción de los impactos sociales. Por ejemplo, a algunas

una potencia nominal de 15 MW. El largo de una pala para este aerogenerador es de poco más de los 115 m, más largo que una cancha de fútbol. El tiempo de vida de un aerogenerador es de 25 a 30 años.

El tamaño de los aerogeneradores está relacionado con la cantidad de energía que pueden producir, sin embargo, existen aerogeneradores de pequeña escala con largos de pala de 5 metros o menores. Su capacidad de generación puede ir de los 5 kilowatts (kW) a los 100 Watts (W). Éstos pueden usarse en sistemas aislados de la red eléctrica, en casas o granjas.

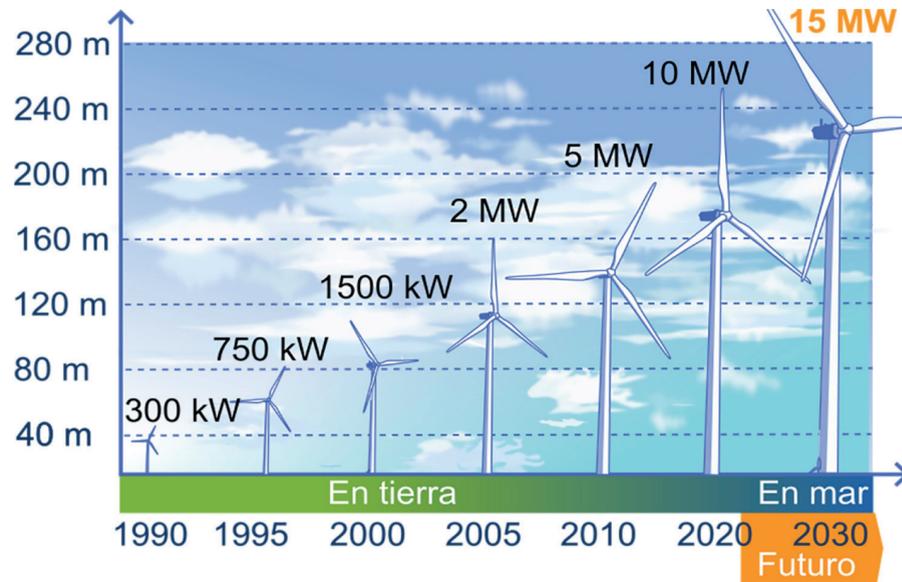


FIGURA 2. ALTURAS y potencias nominales de los aerogeneradores a lo largo del tiempo. La tendencia global es instalar estos dispositivos en mar adentro, producir más energía y reducir impactos sociales. (Imagen propia)

personas no les gusta cómo se ven estos dispositivos y cómo cambian el paisaje. Un aerogenerador en el mar puede tener potencias nominales de entre 5 y 10 MW y se espera que, en un futuro, estos dispositivos tengan

Además de su clasificación por tamaño, las turbinas eólicas pueden clasificarse por la orientación de su eje de rotación. Un aerogenerador tradicional de tres palas se conoce como de "eje horizontal" y los diseños más

parecidos a los anemómetros de copas se conocen como de "eje vertical". La principal diferencia entre estas tecnologías es su eficiencia, los ejes verticales son más eficientes a bajas velocidades y los horizontales a altas. Esta característica explica por qué encontramos aerogeneradores de eje vertical en aplicaciones urbanas mientras que los grandes aerogeneradores comerciales son de eje horizontal.

Cualquier intervención humana en la naturaleza tiene impactos ambientales. En el caso de la energía eólica éstos se encuentran bien documentados. Entre los impactos negativos están las afectaciones a la fauna voladora: los aerogeneradores se instalan en zonas de altas velocidades de viento, por lo que es posible que coincida con rutas de migración de aves. Además, alteran el paisaje y emiten ruido.



FIGURA 3- AEROGENERADOR de eje vertical instalado en el Instituto de Energías Renovables. Tiene una potencia nominal de 600W y un largo de pala de 0.8 m – (Foto propia).

El factor de planta típico de un campo eólico es del 20%. Este número cambia en mayor medida por las condiciones de viento de cada sitio y por la adecuada selección de la tecnología. Este indicador comúnmente se calcula anualmente y puede aplicarse a una granja eólica. Este indicador es ampliamente utilizado en el ámbito de las renovables y es utilizado en conjunto con el LCOE para determinar factibilidad técnica y económica ya que considera dos componentes importantes en los proyectos energéticos: el costo de generación y la capacidad que tienen para producir energía en un sitio específico.

De acuerdo a la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA por sus siglas en inglés), un aerogenerador en tierra tenía en 2021 un factor de planta de 37% en promedio, cuando en el mar alcanza el 42%. Es decir, aunque es más costoso poner un aerogenerador en el mar, al producir más energía se compensan los costos de generación. Para el mismo año, el promedio global se estimó en 0.03 USD por cada kilowatt-hora (kWh) generado en tierra y 0.08 generado en mar. Es importante decir que el costo de generación para los combustibles fósiles se encuentra en el rango de los 0.069 a los 0.244 USD por kWh, lo cual hace a estas tecnologías alternativas muy atractivas.

Luego de conocer un poco más de la energía eólica, retomemos las preguntas iniciales: - ¿Las turbinas eólicas dañan el medio ambiente? No, al contrario, ayudan a mitigar los efectos de cambio climático y promueve la llamada transición energética, ya que sustituyen una fuente de generación eléctrica basada en combustibles fósiles por una energía renovable. - ¿Las turbinas eólicas son muy ruidosas? Las turbinas eólicas emiten ruido. Sin embargo, de acuerdo con la normatividad internacional, un aerogenerador debe instalarse por lo menos a 300 m de distancia de toda casa o edificio habitado. Esta distancia mínima, reduce su ruido al rango de los 35 – 45 dB, que es equivalente al ruido de un refrigerador [6]. - La energía que generan es más cara que la generada con combustibles fósiles. No es más cara. Los costos de la energía eólica son competitivos comparados con sus contrapartes fósiles si consideramos como criterio de comparación el LCOE. Además, considerando las consecuencias catastróficas del uso de combustibles fósiles para la generación eléctrica, existe una gran cantidad de costos inimaginables derivados de la catástrofe ambiental. ¿Cómo cuantificar las pérdidas económicas y de infraestructura por el hundimiento de algunas regiones? ¿Cómo cuantificar la reducción del gasto en salud relacionado al tratamiento de enfermedades en las vías respi-

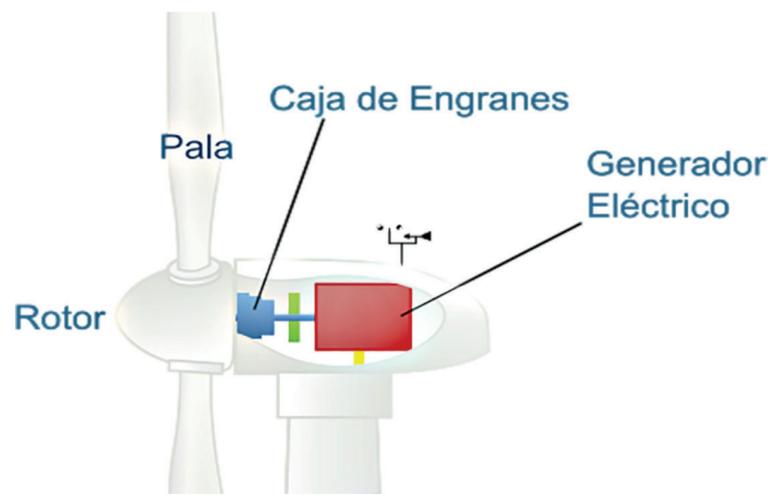


FIGURA 1. COMPONENTES básicas de un aerogenerador de eje horizontal. Modificado de Wikipedia [5]

atorias al eliminar fuentes de contaminación ambiental?

- Los molinos de viento matan muchas aves y murciélagos. Aprovecho para aclarar dos cosas. Los aerogeneradores no son molinos de viento, aunque sus antepasados efectivamente se usaban para moler granos. Los aerogeneradores modernos se utilizan para la generación eléctrica. Su nombre adecuado sería aerogenerador o turbina eólica. Sobre si matan aves o no, los aerogeneradores son instalados en zonas de altas velocidades de viento, por lo que en ocasiones coinciden con rutas migratorias. Cuando esto ocurre, es posible instalar dispositivos para facilitar que las aves los vean. Además, se pueden implementar acciones como detener los aerogeneradores cuando la velocidad del viento es baja, que es la que usan los murciélagos para desplazarse. La transición energética debe ser sustentable, es decir, debe considerar un fuerte componente ambiental, por lo que estos impactos son continuamente estudiados para proponer acciones que los reduzcan.

- Los aerogeneradores consumen el agua de la región. Falso. Un aerogenerador no utiliza agua para su operación por lo que este recurso no se afecta.

- El viento es impredecible y eso compromete la confiabilidad de la red eléctrica. Aunque pareciera que el viento es "aleatorio" o "impredecible" no lo es. Existen muchas técnicas para su estudio, modelación y caracterización para mitigar los efectos de su variabilidad. Los países que han alcanzado alta penetración de renovables en su matriz energética han implementado estas técnicas para generar conocimiento y promover un mayor uso de renovables. Este último punto merece una siguiente entrega. "La red eléctrica del futuro, acciones para mitigar la variabilidad de las renovables".

Referencias
[1] Instituto de Energías Renovables, UNAM (15 de febrero de 2024) <https://www.ier.unam.mx/>

[2] IPCC, 2023: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to

the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, pp. 1-34, doi: 10.5932/IPCC/AR6-9789291691647.001

[3] United Nations Development Program, Climate Promise (14 de febrero de 2024) <https://climatepromise.undp.org/what-we-do/where-we-work/mexico>

[4] Mathew, S. Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics. (Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics, 2007). doi:10.1007/3-540-30906-3.

[5] Wikipedia, Wind Turbine (16 de febrero 2024) https://es.m.wikipedia.org/wiki/Archivo:Wind_turbine_int.svg

[6] International Renewable Energy Agency (2023), Renewable power generation costs in 2022, Abu Dhabi. https://mc-cd8320d4-36a1-40ac-83cc-3389-cdn-endpoint.azureedge.net/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2023/Aug/IRENA_Renewable_power_generation_costs_in_2022.pdf?rev=cccb-713bf8294cc5bec3f870e1fa15c2

[6] Wikipedia, Decibel (13 de febrero 2024) <https://en.wikipedia.org/wiki/Decibel>

ESTA PUBLICACIÓN FUE REVISADA POR EL COMITÉ EDITORIAL DE LA ACADEMIA DE CIENCIAS DE MORELOS

Para actividades recientes de la academia y artículos anteriores puede consultar: www.acmor.org.mx

¿Comentarios y sugerencias?, ¿Preguntas sobre temas científicos? CONTACTANOS: editorial@acmor.org.mx

Esta columna se prepara y edita semana con semana, en conjunto con investigadores morelenses convencidos del valor del conocimiento científico para el desarrollo social y económico de Morelos. Desde la Academia de Ciencias de Morelos externamos nuestra preocupación por el vacío que genera la extinción de la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología dentro del ecosistema de innovación estatal que se debilita sin la participación del Gobierno del Estado.