

Estudio Comparativo de la producción de energía eólica en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León, México

José Filiberto Romero Magaña¹
Zolthzicaru Chable Cancino²
Rodolfo Eduardo García Zacarías³
Nahum Nolasco Caba⁴

RESUMEN

La energía eólica, al ser una energía renovable inagotable y no contaminante, se ha vuelto más común en México, debido a que se busca reemplazar las fuentes de energía contaminantes por aquellas alternativas ecológicas. El presente trabajo tiene como objetivo comparar el crecimiento de la producción de energía eólica en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León desde la década de 1990 a la actualidad. Estos datos se obtuvieron por medio de una investigación bibliográfica de fuentes relacionadas con la energía eólica en México, entre ellos la CFE, AMDEE y SENER. Se logró observar un crecimiento en la producción de energía eólica a partir de 1993 en el estado de Oaxaca, se registró una capacidad eólica de 5 076 MW anuales, seguido de Tamaulipas que a la fecha del 2020 registró 2 265 MW anuales y Nuevo León 710

MW anuales. Con base en dicha información, se establece que Oaxaca, al poseer altos niveles en la potencia del viento, permite ser un territorio con mayor aprovechamiento de esta energía renovable.

Palabras claves: aerogeneradores, energías renovables, energía eólica, parques eólicos, potencial eólico.

INTRODUCCIÓN

La demanda mundial de energía es cada vez mayor debido a los avances tecnológicos y el aumento de la población, además de que el sector energético contribuye de manera significativa a la emisión de gases de efecto invernadero debido al uso de combustibles fósiles que conduce a problemas en el cambio climático. Por lo tanto, es importante optar por energías limpias y efi-

¹ Alumno del primer semestre de la Licenciatura en Energías Renovables. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco. México. Correo Electrónico: uo22408001@olmeca.edu.mx

² Alumno del primer semestre de la Licenciatura en Energías Renovables. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco. México. Correo Electrónico: uo22408006@olmeca.edu.mx

³ Alumno del primer semestre de la Licenciatura en Energías Renovables. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco. México. Correo Electrónico: uo22408007@olmeca.edu.mx

⁴ Docente de la Licenciatura en Energías Renovables. Universidad Olmeca. Villahermosa, Tabasco, México. Correo Electrónico: uo18017@olmeca.edu.mx

cientes para cubrir las necesidades del presente y futuro. Durante los últimos años se han llevado a cabo acciones importantes que han permitido mejorar de manera notoria la situación del sector energético mexicano incluso a las energías renovables. De acuerdo con la Secretaría de Energía (2013), « Se ha fomentado la diversificación del sector a través de nuevas regulaciones que incentiven la participación de las energías renovables [...] Es importante señalar que en la actualidad existe el mandato legal de generar el 35 % de la electricidad a partir de energías no fósiles en 2024. » Esto quiere decir que en México a este tipo de energías se les otorga más importancia que años anteriores.

Entre las diversas fuentes de energías renovables, la energía eólica es una de las fuentes de energía más prometedoras a largo plazo. Ésta industria se desarrolla de forma constante en muchos países, incluido México. De acuerdo con el reporte del Global Wind Energy Council (2015), « La mayoría de los 37 parques eólicos en México están localizados en los estados de Oaxaca, [...] Tamaulipas [...] y Nuevo León. » Estos tres estados son los mayores productores de este recurso y gracias a ellos se logra de forma exitosa hacer la transición energética en el país. Por lo tanto se genera un desarrollo que hace que cada año se vuelva más disponible, rentable, accesible y eficiente a diferencia de otras fuentes de energía renovables, además de que más compañías obtienen su energía de parques eólicos, lo que favorece a la creación de nuevos empleos.

ANTECEDENTES

La energía eólica es una fuente de energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad, su principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, de acuerdo con la Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable (2022), « Se lleva a cabo mediante molinos de viento de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento se obtiene en la instalación de los aerogeneradores tanto en suelo firme

como en suelo marino.» Gracias a los generadores eólicos se utiliza este recurso natural para generar electricidad y proveer a empresas y comunidades. Se considera una fuente muy útil ya que, al ser producida a través del viento, facilita la implementación en las zonas con alta ventosa y su implementación es de bajo costo, sin mencionar que no contaminan al medio ambiente. Tal cual mencionan Hand *et al.* (2022), « Aunque las velocidades eólicas promedio varían en relación con la ubicación, el potencial técnico mundial respecto a la energía eólica supera la producción global de energía eléctrica.» Por tal razón el uso de la energía eólica posee un gran potencial mundial, pues su implementación abastecería más de la demanda energética mundial.

En 1994, se lleva a cabo el primer proyecto experimental de todo América Latina, el cual fue el primer campo eólico en México, con ubicación en Oaxaca y con una capacidad de 1.57 MW, operación realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se registró como una Obra Pública Financiada (OPF). A través de este proyecto, se comprobó el potencial eólico de la región, lo que atrajo más inversiones importantes referentes al aprovechamiento de esta energía.

De acuerdo con el Observatorio de Inteligencia del sector Energético (OISE, 2021), «En México sólo se cuenta con nueve estados productores de energía eólica, Oaxaca es el principal generador, en el año 2021 registró 2 749 MW, que equivale a 10 % de la producción total del país.» Lo que significa que el mayor productor y fuente de energía eólica es el estado de Oaxaca, gracias a su ubicación geográfica y las zonas de inversión para la instalación de estos equipos de turbinas.

A pesar de ser México un país muy rico y explotador en petróleo, durante los últimos años ha puesto en marcha grandes proyectos gracias a la promulgación de leyes sobre eficiencia energética y energías renovables. En la actualidad, cuenta con uno de los proyectos más trascendentes: Eurus, el mayor parque eólico dentro de toda América Latina, ejecutado por la empresa Española Acciona Energía; este parque eólico posee el segundo

lugar en reducción de emisiones de acuerdo con los registros obtenidos por parte de las Naciones Unidas y de acuerdo con la Comisión para el Diálogo con los Pueblos Indígenas de México (2015), «Evita 600 000 toneladas de dióxido de carbono por año, mientras que la generación de energía equivale, al consumo de una población de 500 000 habitantes.» Lo que significa una gran disminución a la contaminación que cada año se genera en el país y por lo cual ha sido una fuerte palanca para hacer aprovechamiento de sus recursos naturales por empresas que buscan convertir sus recursos energéticos de un modo sustentable.

No obstante, los proyectos y el interés de la sociedad por las energías renovables llevan a la creación en el 2005 de AMDEE, la Asociación Mexicana de Energía Eólica A.C, formado como representante de los proyectos eólicos ante las autoridades, la sociedad y el sector económico. Esta asociación otorga la oportunidad de hacer inversiones a empresas nacionales y extranjeras para la creación de proyectos a futuro inmediato y a largo plazo.

JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, han habido cambios en el sector energético que impulsan el uso de energías más limpias para cuidar el medio ambiente. Son cada vez más empresas, tanto a nivel mundial como nacional que exigen a las autoridades nuevas leyes y acciones que reduzcan los niveles de contaminación para evitar una catástrofe ambiental. Al ser la producción de energía por combustibles fósiles catalogada como la más contaminante, es el objetivo de las organizaciones mundiales hacer la transición de las antiguas fuentes de energías a fuentes más modernas, sostenibles y ecológicas. Una de ellas es la energía eólica, que a través de los aerogeneradores transforma la energía cinética del viento en energía eléctrica. Se prevé que este progreso tecnológico va a continuar en el futuro a corto y largo plazo, lo cual se traducirá en una reducción de costos de producción. Al ser cada vez más accesible con el paso del tiempo, la instalación de

aerogeneradores se expandirá en todo el territorio mexicano. Por lo tanto, se llevarán a cabo más proyectos eólicos y por consiguiente, nuevos empleos. Cabe mencionar que éstas también traen beneficios a la población en general, porque disminuyen el precio en su consumo doméstico y permiten el acceso a ellas en comunidades rurales. Debido a estas razones, es importante reconocer el crecimiento que la energía eólica ha tenido en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León.

OBJETIVO

Comparar el crecimiento de la producción de energía eólica en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León desde la década de 1990 hasta la actualidad.

METODOLOGÍA

Se realizó una búsqueda bibliográfica por internet, obtenida de organismos e instituciones que registraron de forma periódica la energía en México acerca del uso de la energía eólica en Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León, tales como la Comisión Federal de Electricidad, Secretaría de Energía y Asociación Mexicana de la Energía Eólica. Se evaluaron aquellos informes que cumplieron con los criterios de inclusión para recabar los datos que demostraron el crecimiento de esta fuente de energía renovable. Por lo tanto, se consideraron los siguientes criterios:

Criterios de inclusión:

- Organismos e Instituciones nacionales e internacionales que recaben datos sobre la energía en México.
- Fecha de publicación (1993 - 2020).
- Datos estadísticos sobre la energía eólica en Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León.
- Que la información incluya las palabras claves: aerogeneradores, parques eólicos y energía eólica.

Criterios de exclusión:

- Información basada en otros países.

- Publicaciones realizadas previas a 1993.
- Publicaciones que no contengan palabras clave: aerogeneradores, parques eólicos, energía eólica

Los resultados de la investigación se mostraron a través de gráficas y mapas geográficos que demuestran el crecimiento de la energía eólica en Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León.

RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos sobre la energía que se produjo en MW anuales por parques eólicos ubicados en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León, en el periodo de 1993 a 2020.

En la **Figura 1**, se muestra el crecimiento de la energía eólica en los estados de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León, de acuerdo con los registros nacionales obtenidos por la Asociación Mexicana de Energía Eólica y Comisión Federal de Electricidad.

En la **Figura 2**, se muestra un estudio sobre el po-

tencial eólico determinado por la fuerza y trayectoria del viento que beneficia la eficiencia de los aerogeneradores con base en la instalación de las centrales eólicas distribuidas en México, obtenido de la Secretaría de Energía.

En la **Figura 3**, se muestra el crecimiento anual dentro del periodo de 2004 - 2016 de la energía eólica registrado en el reporte de avance de energías limpias 2016 en México.

En la **Figura 4**, se muestran las capacidades instaladas y generación en los estados que tienen plantas de energías eólicas en el 2016.

En la **Figura 5**, se muestra una gráfica sobre la capacidad instalada total en los parques eólicos en funcionamiento de México desde 1993 hasta 2010. Nótese que en el año 1993 la capacidad instalada total era de 1.6 MW anuales gracias a la inauguración del parque eólico La Venta en Oaxaca, mientras que doce años después aumentó a 83.3 MW anuales. Para el año 2010 la producción eólica de Oaxaca consistía en un aproximado de una cuarta parte del total de la producción eólica en el país, 83.3 MW anuales de un total de 316.35 MW anuales.

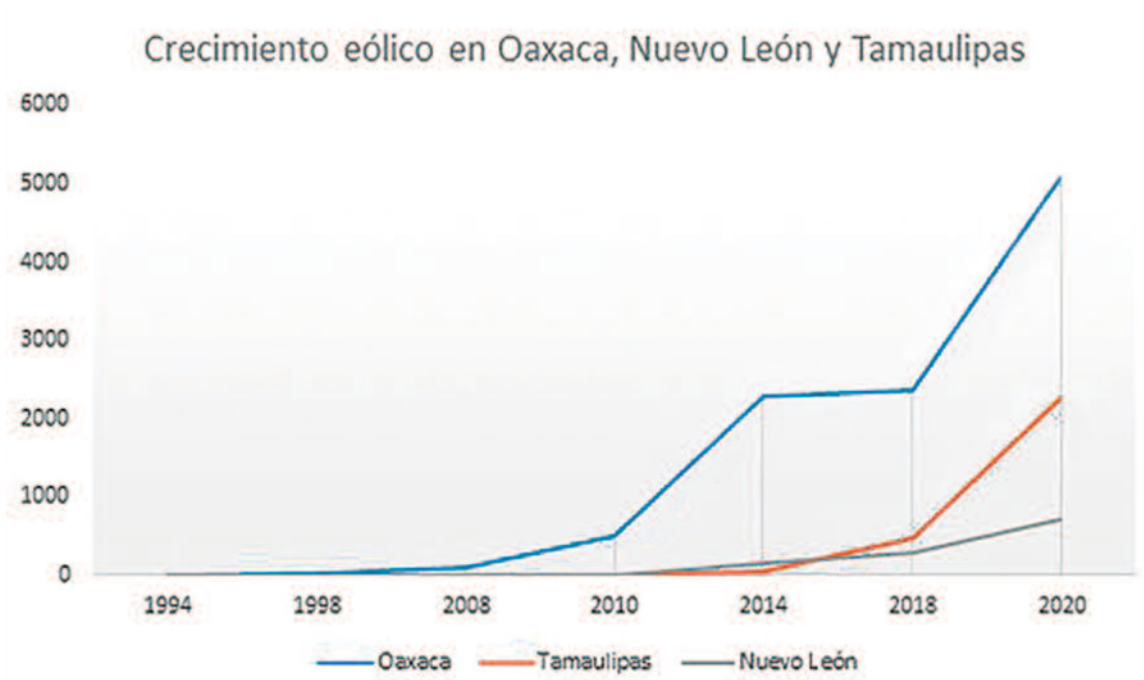


Figura 1. Gráfica lineal del crecimiento eólico en Oaxaca, Nuevo León y Tamaulipas. (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2018).

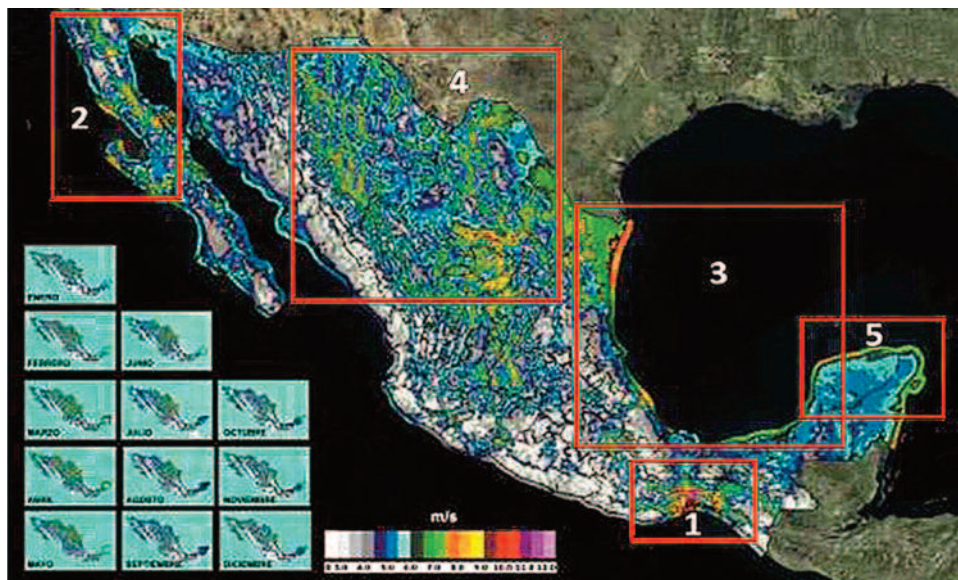


Figura 2. Mapa de México del potencial eólico. (Secretaría de Energía, 2017).

DISCUSIÓN

De acuerdo con los resultados de la **Figura 2**, donde la Secretaría de Energía clasificó las zonas del país de acuerdo con el potencial eólico generado en relación a la fuerza del viento, se indicó que Oaxaca se encuentra en primer lugar con mayor aprovechamiento, seguido de

Tamaulipas y por último Nuevo León.

Del mismo modo, en estos resultados se observa el rango de potencial eólico que los estados de México produjeron en el 2016. Oaxaca se colocó con la máxima clasificación, con un resultado de más de 1 000 MW anuales, seguido de Tamaulipas y Nuevo León, los cua-

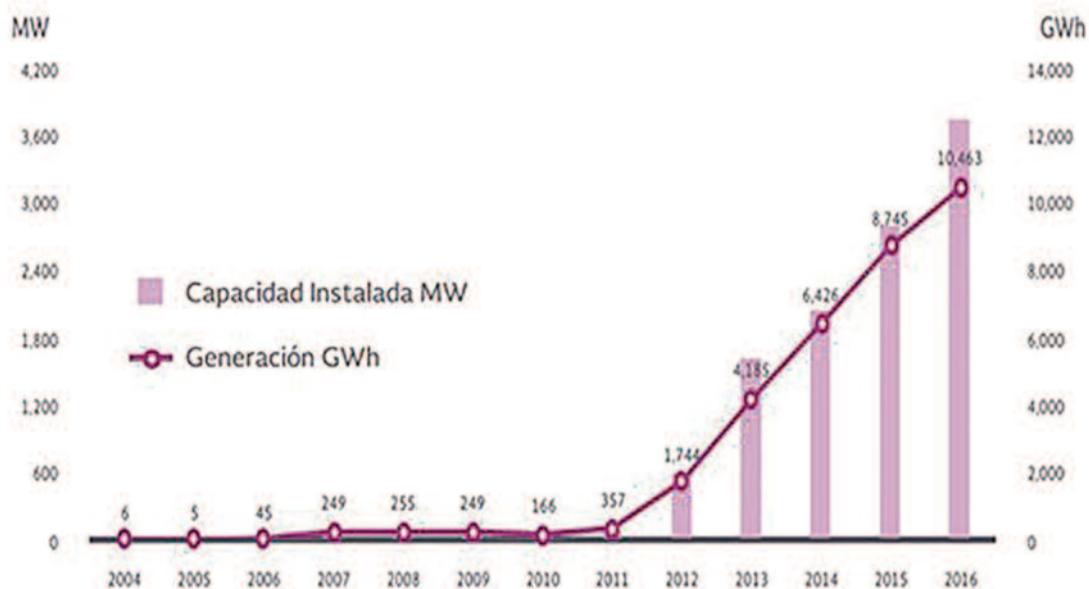


Figura 3. Gráfica de la capacidad eólica en México del 2004 – 2016. (Secretaría de Energía, 2017).

les solo generaban arriba de 100 MW anuales cada uno (Figura 4).

En los resultados obtenidos en la Figura 1, se observó que Oaxaca tuvo un crecimiento en la producción de energía eólica en las últimas tres décadas, generó sesenta veces más energía eólica en el año 2020, 5 078 MW anuales, a diferencia del primer periodo de 1994 - 2006, donde generó 84.9 MW durante dicho periodo, por

tal razón se posicionó como el estado con mayor potencial eólico entre los estados analizados.

Asimismo, se observó que la producción eólica en Oaxaca generó un aproximado de 6 000 MW de energía mediante los aerogeneradores en un periodo de 20 años. Se resalta el lapso del 2018 al 2020, donde aumentó de manera paulatina su producción desde los 2 000 MW hasta los 5 000 MW (Figura 1).

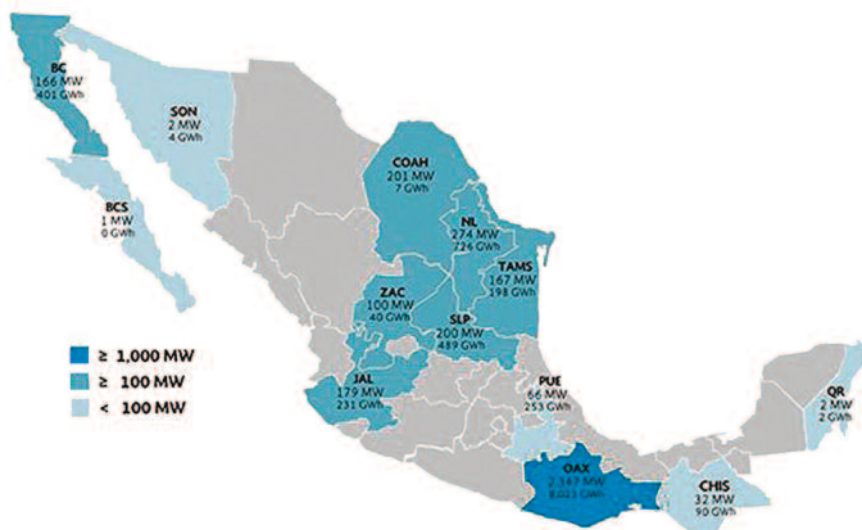


Figura 4. Capacidad eólica generada en los estados de México en 2016. (Secretaría de Energía, 2017)



Figura 5. Gráfica de la capacidad instalada de los parques eólicos en funcionamiento durante el 2010. (Asociación Mexicana de Energía Eólica, 2010)

Por otro lado, en la **Figura 1**, se comprobó que Tamaulipas sostuvo un crecimiento significativo a partir del 2014 hasta el 2020, donde llegó a producir 2000 MW en un periodo de 6 años, lo que le permitió ser el segundo estado con mayor potencial eólico en el territorio mexicano.

Como se muestra en la primera gráfica, Nuevo León es el estado que tuvo menor crecimiento a diferencia de Oaxaca y Tamaulipas. Sin embargo, tuvo un visible incremento desde el 2010 hasta el 2020, donde llegó a generar un potencial eólico cercano a los 1000 MW, en un periodo de 10 años (**Figura 1**).

Los datos obtenidos a través de la **Figura 1** confirman la hipótesis planteada, ya que demuestran el aumento del potencial eólico que tuvieron Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León desde 1993 hasta el 2000.

Por otro lado, se identificó que el mayor generador de potencial eólico en el estado de Oaxaca es el parque La Ventosa, ubicado en el municipio de Heroica, ciudad de Juchitán de Zaragoza, debido a que el potencial del viento que poseen es alrededor de 800 W/m^2 , lo cual se traduce en potencial eólico a 8 800 MW.

Esto se diferencia de estados como Tabasco, el cual no cuenta con plantas eólicas debido a su baja densidad de potencia eólica. En la Agenda de Área de Especialización: Sustentabilidad-Energética (2014), se muestra la densidad de potencia eólica disponible en Tabasco.

Gran parte del territorio tabasqueño, indica un potencial de 0 a 200 W/m^2 y de 201 a 300 W/m^2 . Estos valores están relacionados con el clima de la zona, el cual, de acuerdo con el INEGI (2020), es cálido húmedo con abundantes precipitaciones en todo el año.

Las únicas zonas con mayor potencial eólico se encuentran en la costa de Tabasco, en especial la de Cárdenas, ya que cuenta con 500 W/m^2 en su punto máximo, lo que es alrededor de 6850 MW de capacidad eólica. A pesar de eso, estos datos son bajos en comparación con el potencial eólico de Oaxaca.

En el Atlas de Recursos Eólicos del Estado de Oa-

xaca (Elliot, et al, 2004), donde se ubica la clasificación de la potencia del viento, se observa que Oaxaca cuenta con un mayor potencial eólico a diferencia de los datos registrados de Tabasco, esto debido a que en la Ciudad de Juchitán de Zaragoza se encuentra un alto índice de potencial eólico.

Ahí es donde se ubica el parque eólico La Venta y es gracias a los fuertes vientos de la zona, que llegan a los 8.5 m/s , que se optó por instalar aerogeneradores, ya que llegan a producir más de 800 W/m^2 . Por lo tanto, Tabasco necesitaría una zona con las mismas características para tener un parque eólico similar a La Venta.

CONCLUSIÓN

En el presente trabajo se logró demostrar y comparar el potencial eólico de Oaxaca, Tamaulipas y Nuevo León desde la década de los 90 hasta la actualidad. Con los datos mostrados, se observa que, en el año 2020, Oaxaca registró una producción de energía equivalente a 5 000 MW anuales, seguido de Tamaulipas con 2265 MW anuales y Nuevo León con 710 MW anuales. A pesar de que en los tres estados se produce energía eólica, la información destaca que el comienzo de la producción eólica en cada estado fue distinto. La producción en Oaxaca empezó en la década de los 90, a diferencia de Nuevo León que fue a partir del 2013 y Tamaulipas en el 2014, esto es en relación a la fecha de instalación de los primeros aerogeneradores de cada estado. En Oaxaca, conocido como el parque eólico La Venta, se instaló en 1994, en Tamaulipas, Vespas se llevó a cabo en 2014 y en Nuevo León, Santa Catarina comenzó en 2013.

Se identificó que Oaxaca, al poseer una potencia eólica de 800 W/m^2 , genera hasta 5 000 MW al año, a la fecha de 2020. No obstante, los análisis de la Secretaría de Energía demostraron que el complejo eólico posee un potencial para producir hasta 8800 MW al año.

Para obtener el aprovechamiento máximo de este recurso, se recomienda repotenciar los parques eólicos ya existentes. Este proceso sustituye la turbina que llega

al final de su vida útil y le permite incrementar la producción de los aerogeneradores, lo que genera un aumento en su tamaño, capacidad y rendimiento. Mediante esa forma, se evita poblar el paisaje con más molinos de viento y se protege la vida de las especies animales, como las aves.

Por otro lado, se analizó la existencia de estados que no poseen capacidad eólica, como Tabasco, debido a que no cuentan con el potencial eólico necesario y por lo tanto, no son zonas donde se pueda obtener el máximo aprovechamiento de este recurso. De acuerdo con las condiciones climáticas de Tabasco, caracterizada por ser cálido húmedo, con abundantes precipitaciones, sólo alcanza a generar 500 W/m², lo cual equivale a una proyección máxima de 6850 MW al año. En su punto máximo, la velocidad del viento en Tabasco alcanza los 7.3 m/s, lo cual resultaría en una producción máxima de 500 W/m². Sin embargo, dicha cantidad es insuficiente para que el estado sea una zona factible para el aprovechamiento eólico debido a que necesita alcanzar un rango entre 7.7-8.5 m/s, equivalente a 600-800 W/m², similar al de Oaxaca. Por tal razón Oaxaca es una potencia eólica dentro de la República Mexicana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Asociación Mexicana de Energía Eólica.** (2010). Panorama general de la energía eólica en México 2010. Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). Consultado el 27 de septiembre del 2022. Obtenido de: https://amdee.org/Amdee/AMDEE_presentacion_esp.pdf
- Asociación Mexicana de Energía Eólica.** (2018). Mapas eólicos. Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE). Consultado el 27 de septiembre del 2022. Obtenido de: <https://amdee.org/mapas-eolicos.html>
- Comisión para el Diálogo con los Pueblos Indígenas de México.** (2015). La energía eólica en México: Una perspectiva social sobre el valor de la tierra. Secretaría de Gobernación (SEGOB). pp. 9. Obtenido de: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/31621/eolico.pdf>
- Elliott, D., George, R., Haymes, S., Heimiller, D., Schwartz, M., Scott, G.** (2004). Atlas de recursos eólicos del estado de Oaxaca. Laboratorio Nacional de Energía Renovable. pp. 34 – 49. Obtenido de: <https://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35575.pdf>
- Global Wind Energy Council.** (2015). Global wind report annual market update 2015. Global Wind Energy Council (GWEC). pp. 58. Obtenido de: https://www.gwec.net/wp-content/uploads/vip/GWEC-Global-Wind-2015-Report_April-2016_19_04.pdf
- Observatorio de Inteligencia del sector Energético.** (2021). Energía eólica en México. Observatorio de Inteligencia del Sector Energético. Consultado el 17 de septiembre del 2022. Obtenido de: <https://www.oise.mx/eolica#:~:text=Capacidad%20Instalada%20en%20M%C3%A9xico,1500&text=En%20M%C3%A9xico%20s%C3%B3lo%20se%20cuenta,la%20producci%C3%B3n%20total%20del%20pa%C3%ADs>
- Secretaría de Energía.** (2013). Estrategia Nacional de Energía 2013-2027. Gobierno de México. pp.3-4. Obtenido de: https://www.cmec.org.mx/comisiones/sectoriales/electricidad/PDF_Noticias/ESTRATEGIA%20NACIONAL%20DE%20ENERGIA.pdf
- Secretaría de Energía.** (2017). Reporte de Inteligencia Tecnológica. Secretaría de Energía (SENER). pp. 27. Obtenido de: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/280276/IT_E_lica_12_DIC17.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente, Energías y Desarrollo Sustentable.** (2022). Energía eólica. Gobierno del Estado de Oaxaca. Consultado el 17 de septiembre del 2022. Obtenido de: <https://www.oaxaca.gob.mx/semaedeso/energia-eolica/>