

Crecimiento de las energías renovables pospandemia

OSCAR EDUARDO XOSOCOTLA ESPEJEL, EDNA VÁZQUEZ VÉLEZ, RAFAEL CAMPOS AMEZCUA Y HORACIO MARTÍNEZ VALENCIA

El M.I. Oscar Eduardo Xosocotla Espejel estudió Ingeniería Mecánica en la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, Maestría en Ingeniería Química en la Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Actualmente realiza sus estudios de Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica en el TecNM/CENIDET.

La Dra. Edna Vázquez Vélez estudió la Licenciatura, Maestría y Doctorado en Química en la Facultad de Ciencias Químicas de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Realizó un postdoctorado en el Centro Nacional de la Investigación Científica en Yves Sur-Yvette, Francia. Actualmente trabaja en el Laboratorio de Espectroscopia del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM.

El Dr. Rafael Campos Amezcua estudió Ingeniería Mecánica en el TecNM/IT Morelia. Realizó sus estudios de Maestría en Ingeniería en la Universidad Pierre et Marie Curie, y de Doctorado en Mecánica en la Escuela Nacional Superior de Artes y Oficios de París, Francia. Actualmente es profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica del TecNM/CENIDET.

El Dr. Horacio Martínez Valencia estudió la licenciatura, maestría y doctorado en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente, es Investigador Titular "C", perteneciente al Grupo (FAMO) del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM, y es miembro activo de la Academia de Ciencias de Morelos.

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

Pandemia de COVID-19

En el curso de la pandemia, las emisiones de CO₂ disminuyeron considerablemente y se pudo observar la aparición de algunas especies animales y cielos azules sin contaminación ambiental debido al cierre de muchas actividades. A nivel mundial, fue una gran enseñanza que nos permitió reflexionar en la necesidad de tomar acciones que verdaderamente contribuyan en mitigar el calentamiento global, ya que, actualmente el 85 % de la energía proviene de los combustibles fósiles, como el petróleo y el carbón, siendo las fuentes más contaminantes en la producción de energía eléctrica. El gran impacto ambiental que ha tenido nuestro planeta causado por la contaminación a gran escala y a un ritmo exacerbado ha

llevado a investigar y desarrollar nuevas fuentes de energías limpias, que generen una huella de carbono neutral y que cumplan con el desarrollo sostenible: *Reducir, Reutilizar, Reciclar y Reeducar*. Vivimos en una sociedad tecnológica tan fuertemente dependiente de la energía, que no es posible imaginarnos un mundo sin ella, empero si realmente queremos hacer un cambio que impacte a beneficio de nuestro planeta, tenemos que cambiar no sólo el modelo de consumo energético sino también el de producción. En este sentido, se han desarrollado diferentes estrategias para consolidar un modelo energético con un enfoque centrado en prioridades ecológicas que apunten a resolver problemas futuros. Este se basa principalmente en las opciones disponibles que nos ofrece la naturaleza para el aprovechamiento de energías limpias y renovables, es decir aprovechar la radiación solar, el viento, la biomasa o las corrientes de agua para generar electricidad, y así conformar un modelo integral de energías renovables, que puede incluir la energía solar, energía eólica, bioenergía, geotérmica, hidroeléctrica y energía marítima. Con la ventaja de que son virtualmente inagotables, por ejemplo, pensemos en la energía solar, los rayos solares (radiación solar) estarán presentes por lo menos cinco mil millones de años más, lo cual, es una fuente inagotable de radiación. Pero ¿Es una posibilidad real utilizar las energías renovables para transformar nuestro planeta? Antes de que te respondas a esta pregunta, analicemos en qué consisten, cuáles son sus ventajas y desventajas, así como el crecimiento que han tenido en los últimos años.

El Dr. Rafael Campos Amezcua estudió Ingeniería Mecánica en el TecNM/IT Morelia. Realizó sus estudios de Maestría en Ingeniería en la Universidad Pierre et Marie Curie, y de Doctorado en Mecánica en la Escuela Nacional Superior de Artes y Oficios de París, Francia. Actualmente es profesor del Departamento de Ingeniería Mecánica del TecNM/CENIDET.

El Dr. Horacio Martínez Valencia estudió la licenciatura, maestría y doctorado en Física en la Facultad de Ciencias de la UNAM. Actualmente, es Investigador Titular "C", perteneciente al Grupo (FAMO) del Instituto de Ciencias Físicas de la UNAM, y es miembro activo de la Academia de Ciencias de Morelos.

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

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

Cuando se habla de energía solar nos referimos a la cantidad de energía que llega del Sol a la Tierra, la cual es mucho mayor que los consumos energéticos de la sociedad humana. Por ejemplo, en una semana, inciden sobre el planeta suficiente energía para superar a todas las reservas conocidas de combustibles fósiles (como los hidrocarburos, y el carbón) [1, 2]. Sin embargo, la densidad energética de la radiación es muy baja, para lo cual se han desarrollado concentradores solares para concentrar la luz solar para usar su energía a alta temperatura [1, 2]. Actualmente, el avance de las tecnologías de energía solar parece ser más sólido, ya que para aprovechar esa energía se necesita de sistemas convertidores de energía solar, que son conocidos como paneles fotovoltaicos (FV). Los paneles FV convierten la luz del sol en energía eléctrica, normalmente están hechos de un material semiconductor como el silicio, que al exponerse a los rayos solares crea un flujo de electricidad [3]. Recientes desarrollos científicos a nivel laboratorio se centran en la generación de un nuevo material llamado *perovskita*, el

cual disminuirá el costo de los paneles FV [4]. Sin embargo, una de las desventajas de esta energía es su eficiencia, porque alcanza su máximo en días con mayor intensidad de luz solar. Esto se debe a las propiedades del material en el panel FV, que es eficiente en un intervalo (gap) de captación de energía máxima; si la intensidad de la radiación se encuentra fuera del gap, la eficiencia disminuye. Por otro lado, también existen los sistemas de concentración solar que utilizan espejos como medio de captación de luz solar permitiendo calentar fluidos que, a su vez son utilizados para mover turbinas y así producir electricidad. Recientes investigaciones reportan la combinación de celdas solares con un concentrador térmico para mejorar la eficiencia hasta un 85.1% [5].

Energía eólica

Al hablar de esta energía, recordamos los molinos de viento de antaño. Hoy, gracias al desarrollo de la ciencia y tecnología podemos observar aerogeneradores capaces de generar energía eléctrica. Las palas de la turbina eólica son impulsadas por el viento generando un movimiento rotacional y un torque, transmitiendo su energía cinética en mecánica y, posteriormente, en energía eléctrica a través de un generador eléctrico. Por lo que la generación de energía dependerá del tamaño de la turbina y el diámetro de las palas. Típicamente, la energía eólica se aprovecha a gran escala, es decir cuando un grupo de aerogeneradores de gran tamaño constituyen parques eólicos, los cuales son una vista común en países donde el recurso eólico (viento) es abundante. Es por ello, que no es común verlos instalados en entornos urbanos, caso contrario a los paneles FV. La eficiencia de los parques eólicos se estima a partir de una evaluación del recurso eólico, es decir, del viento. Regiones donde las velocidades de viento son óptimas, los aerogeneradores trabajarán con una mejor eficiencia.

Bioenergía

La bioenergía se obtiene del aprovechamiento de la biomasa. Su potencial se basa en la utilización de residuos orgánicos, ejemplo de ellos son los generados de cultivos alimentarios, de la agricultura, de procesos industriales, etc. Por ejemplo, a través de residuos orgánicos urbanos y aceites vegetales usados, se puede generar biodiésel como el bioetanol [6-9], donde el sector del transporte es el más beneficiado. O bien, por la descomposición de residuos orgánicos como estiércol, se genera biogás para la generación de energía eléctrica y térmica.

Energía geotérmica

La energía geotérmica es la energía térmica almacenada en el interior del planeta tierra. Esta energía se manifiesta de muy diferentes formas en la superficie, a

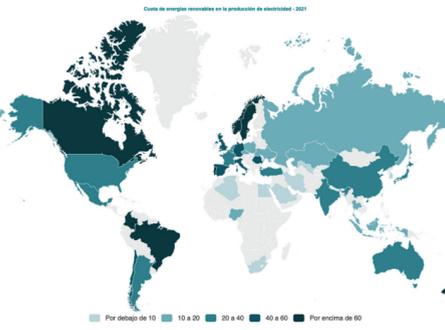


FIGURA 1. CUOTA mundial de energía eólica y solar en la producción de electricidad [16].

través de la presencia de lodos y manantiales calientes, fumarolas, géiseres y las erupciones volcánicas. Se estima que la temperatura en el núcleo de la tierra alcanza aproximadamente los 6,000 °C, mientras que la temperatura en la parte inferior de la corteza (entre 50 y 100 km de profundidad) se encuentra entre 500 y 900 °C. Una ventaja de la energía geotérmica es que se puede usar para generar electricidad, la calefacción de edificios invernaderos o incubadoras, en diversos procesos industriales, balnearios recreativos y medicinales. La posibilidad técnica y económica de explotar la energía térmica de la tierra con fines de producción de electricidad hoy en día es una realidad. A partir de las condiciones especiales de temperatura (mayores a 200 °C), profundidad (menor a 3.5 km, rocas de mediana a alta porosidad y permeabilidad, una recarga natural de fluido confirmada, dan lugar a la formación de sistemas geotérmicos más comúnmente explotados en la actualidad [10-11]

Minihidráulica

La energía hidroeléctrica es generada a partir de un flujo (natural o artificial) de agua, que hace girar una turbina conectada a un generador para producir energía eléctrica. Las presas hidroeléctricas tienen una gran capacidad de generación de electricidad a gran escala. Aunque es una energía limpia y renovable, si no se planea en forma sostenible y ordenada, puede causar un impacto medio ambiental por modificación del ecosistema (flora y fauna). Este tipo de energía se considera energía renovable si se utilizan sistemas de pequeña escala. De lo contrario, se considera solamente como una energía limpia.

Energía marina

Por otro lado, existe la tecnología que aprovecha el movimiento de las mareas para generar electricidad, a este tipo de energía se le conoce como mareomotriz. También existe la energía undimotriz, que aprovecha el movimiento de las olas del mar. Adicionalmente, se puede generar electricidad a partir de la salinidad o las diferencias de temperatura del océano. Sin embargo, la limitante de este tipo de energía es el transporte de la energía eléctrica generada y ambientes corrosivos.

Ventajas y desventajas de las energías renovables

Sin lugar a duda, una de las principales ventajas de las energías renovables es la baja o nula emisión de gases de efecto invernadero como el CO₂ y otros contaminantes durante la operación de los

dispositivos convertidores de energía, por lo que contribuyen a mitigar el cambio climático. En este sentido, la disminución de gases de efecto invernadero es una necesidad global para reducir este problema y así evitar consecuencias futuras. En el 2015, se llevó a cabo la conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21), la cual tenía como propósito abordar temas relacionados al cambio climático originado principalmente por las emisiones de CO₂. Uno de los acuerdos principales a largo plazo fue reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 45% para el 2030, y avanzar progresivamente al cero neto hacia el 2050 [12]. Llegar a la meta prevista suena ambicioso; sin embargo, se debe llevar a cabo con la finalidad de conservar un planeta habitable. Recordemos que el 60% de los gases de efecto invernadero son generados por el sector energético, por lo cual se impulsa el desarrollo a la transición de energías renovables o también llamadas energías limpias, donde encontramos: Energía eólica: la energía que se obtiene del viento. Energía solar: la energía que se obtiene del sol, por mencionar algunas. Las principales tecnologías son la solar fotovoltaica (que aprovecha la luz del sol) y la solar térmica (que aprovecha el calor del sol). Se designa “energías renovables” a aquellas fuentes energéticas sostenidas en la utilización del Sol, el viento, el agua o la biomasa vegetal o animal –entre otras-. Se describen por no utilizar combustibles fósiles –como sucede con las energías convencionales-, sino recursos capaces de renovarse ilimitadamente. Además, siendo recursos disponibles en varias regiones, asegura una independencia energética.

Aunque las energías renovables son una gran alternativa para combatir el cambio climático, también tienen desventajas. Estas energías pueden causar efectos negativos en el ecosistema; por ejemplo: la energía geotérmica arrastra hasta la superficie algunos minerales no deseados y tóxicos. La energía eólica tiene el inconveniente de generar contaminación visual y acústica. Además del daño a la fauna, pues se tiene conocimiento de una gran mortandad de aves por colisiones que llegan a tener con las aspas de grandes equipos [13]. Sin embargo, muchos son los esfuerzos que se han realizado para mitigar estos problemas. Actualmente, un problema a resolver son los residuos de las palas de los aerogeneradores que terminan su vida útil. En este sentido, los paneles fotovoltaicos tienen un tiempo de vida útil de alrededor de 20 años (según su uso). Empero, también son muchas las investigaciones que tratan de resolver el problema de la forma de transformar esta fuente de energía en electricidad, con el fin de tener una vida más confortable.

Energía solar y eólica liderean el desarrollo de las energías renovables

Cuando hablamos de energía solar o eólica se nos viene a la mente el concepto de electricidad. Pero, desde hace siglos la humanidad ha utilizado estas fuentes de energía, por ejemplo: el sol para secar carne y granos. El uso del molino de viento para la extracción de agua de subsuelos o mover barcos para desplazarse. Después de años, y con el avance de la tecnología se ha encontrado la forma de transformar esta fuente de energía en electricidad, con el fin de tener una vida más confortable. La energía eólica y solar fotovoltaica son las energías más conocidas y desarrolladas en los últimos 10 años. Tan solo en 2021 presentaron su récord histórico en la generación de energía con 270 TWh y 170TWh respectivamente, como se observa en la Figura 1. Aunque para ambas energías se prevé un incremento en sus gastos de producción y desarrollo para el 2022-2023, debido al incremento de los costos de transporte y bienes de consumo, su competitividad mejora debido al incremento de los precios del gas natural y carbón, según la Agencia Internacional de Energía (AIE) [15]. Asimismo, en 2021 las in-

versiones tuvieron un crecimiento del 12% más que en el 2018. Más alentador son los costos de la energía solar que disminuyeron alrededor del 85% entre el 2010 al 2021, mientras que para la energía eólica terrestre y altamar disminuyeron un 56% y 48% respectivamente.

Estados Unidos y China son líderes en la generación y desarrollo tanto de la energía eólica como solar. Cabe mencionar que estos países son sede de siete de los 10 principales fabricantes de aerogeneradores. China mantiene la mayor potencia en energía solar fotovoltaica instalada, con los 5 parques solares más grandes en el mundo. No solo los países como EU y China han contribuido con el avance en el desarrollo en las energías renovables sino países como Reino Unido, India, Alemania y en América latina: México, Chile, Brasil y Argentina.

Influencia de la pandemia por el COVID-19 en las energías renovables

La generación de energía eléctrica es la principal fuente de emisión de gases de efecto invernadero. Indudablemente, la pauta marcada por el Covid-19 nos obliga a una transición energética de la energía sostenible. Debido al incremento récord del gas natural postpandemia, el uso del carbón se intensificó para la generación de energía, incrementando un 6% la emisión de CO₂ hasta alcanzar los 36,300 millones de toneladas (AIE) siendo en 2021 el nivel más alto en la historia [17]. En consecuencia, la meta de alcanzar el cero neto para el 2050 fue fuertemente afectado por la pandemia de Covid-19, mismo si las energías renovables junto con la energía nuclear también alcanzaron su récord histórico en 2021 superando los 500 TWh en comparación con 2020. Por lo tanto, para lograr la emisión neta cero en el 2050 se debe mantener un incremento del 25% entre el 2022 al 2030.

Producción de energía renovable en México

México cuenta con una diversidad de recursos naturales para la generación de energías limpias y con una capacidad instalada para generar el 31% de energía eléctrica a través de energías renovables y limpias (SENER) [18]. México genera por Geotérmica 1.2%, Nuclear 2%, Eólica 4.3% e Hidroeléctrica el 16%. México cuenta con 15 estados productores de energía eólica, siendo la región del Istmo de Tehuantepec la mayor generadora de energía eólica, seguido por Tamaulipas y Nuevo León, como se observa en la Figura 2. En comparación con otros países, México no figura como un generador de energía eólica consolidado, contando con una capacidad instalada de 7,312 MW. Según el reporte de Global Wind Energy Council, China es el principal generador, en 2020 contaba con una capacidad instalada de 4,278,324 MW, Estados Unidos de 122, 275 MW e India 55,122 MW.

En la figura 3 se puede observar cómo ha evolu-

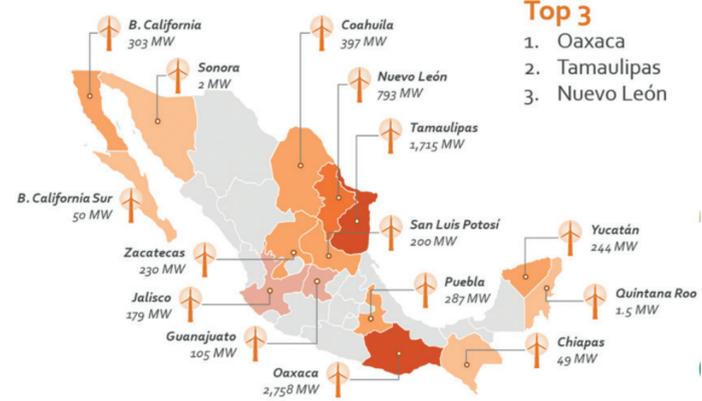


FIGURA 2. CAPACIDAD instalada de energía eólica en México (AMDEE) [19].

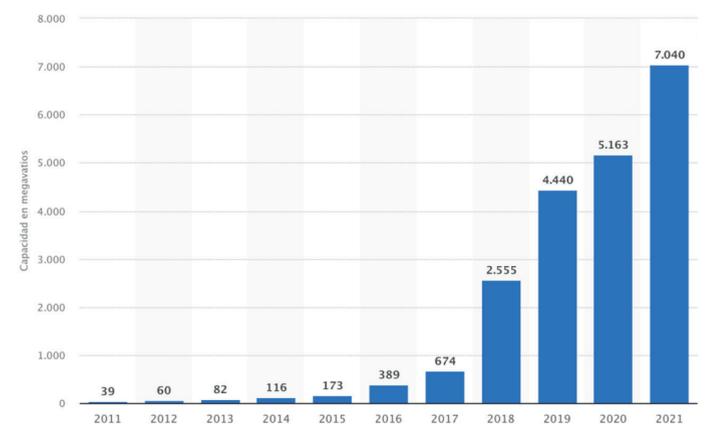


FIGURA 3. EVOLUCIÓN de la capacidad instalada de energía solar en México [20].

lucionado el aprovechamiento del recurso solar en México. Según los reportes de la secretaria de energía (SENER), el 99.4% de la generación distribuida proviene por sistemas fotovoltaicos con una potencia instalada de 4000 MW, siendo Jalisco y Nuevo León los estados con mayor capacidad instalada, 157.94 MW y 115.58 MW, respectivamente. En virtud de la pandemia por Covid-19 y a la inflación de los combustibles fósiles, la producción de energía a través de fuentes renovables ha alcanzado su punto más alto en rentabilidad, lo cual, potencializa su desarrollo tecnológico para la implementación en países con menor desarrollo. Ciertamente, las energías renovables no son perfectas, pero colocadas en una balanza sus pros y contras, ésta se inclina hacia sus ventajas por el simple hecho de preservar nuestro planeta, mitigando el deterioro ambiental generado por la producción de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles. La ciencia y el desarrollo tecnológico siguen avanzando para ser más viable un mundo con energías renovables. No obstante, en México aún queda mucho por hacer en términos de legislación energética. Todos debemos de sumar esfuerzos para lograr un mundo con energía sostenible e impactar de forma positiva al medio ambiente, por lo que podemos comenzar disminuyendo nuestro consumo de energía y haciendo un uso eficiente de energía.

Referencias

- [1] C. Arancibia Bulnes, C. Estrada Gasca, La energía solar concentrada- primera parte, La unión de Morelos 12 diciembre 2011.
- [2] C. Arancibia Bulnes, C. Estrada Gasca, La energía solar concentrada: segunda parte, La unión de Morelos 19 diciembre 2011.
- [3] P. Karunakaran Nair, La energía solar: una riqueza para todos, La Unión de Morelos 24 octubre 2011
- [4] <https://www.gaceta.unam.mx/celda-solar-de-perovskita-el-futuro-fotovoltaico/>
- [5] [https://www.cell.com/cell-reports-physical-science/pdf/S2666-3864\(22\)00165-5.pdf](https://www.cell.com/cell-reports-physical-science/pdf/S2666-3864(22)00165-5.pdf)
- [6] C. Martínez Alonso, E.B. Díaz Cruz, M. del P. Rodríguez Torres, D. K. Becerra-Paniagua, Biodiésel: una alternativa cada vez más real para sustituir combustibles fósiles, La Unión de Morelos 18 de julio del 2022
- [7] E. Sierra Ibarra, Z. N. Mejía Trujillo, A. Martínez Jiménez, Estado de Morelos: cañero, “pambolero”, resiliente y ¿productor de etanol carburante?, La Unión de Morelos 09 de noviembre del 2020
- [8] E. B. Díaz Cruz, D. K. Becerra-Paniagua, A. Hernández Granados, C. Martínez Alonso, M. del P. Rodríguez Torres, Bioetanol + gasolina, un combustible alternativo para autos, La Unión de Morelos 07 de marzo del 2022
- [9] E. R. Molina Vázquez, A. Martínez Jiménez, De la caña de azúcar al bioetanol, la transición biotecnológica que Morelos necesita, La Unión de Morelos 19 de abril del 2021
- [10] E. R. Santoyo Gutiérrez, I. S. Torres Alvarado, La Tierra un planeta con un inmenso potencial de energía: Primera parte - Los sistemas geotérmicos, La Unión de Morelos 08 de agosto del 2011
- [11] E. R. Santoyo Gutiérrez, I. S. Torres Alvarado, La Tierra un planeta con un inmenso potencial de energía: Segunda parte - El futuro promisorio de la Geotermia, La Unión de Morelos 15 de agosto del 2011
- [12] <http://ps://unfcc.int/es/most-requested/ques-el-acuerdo-de-paris>
- [13] <https://arainfo.org/asi-es-la-masacre-de-las-renovables-los-aerogeneradores-matan-a-medio-centenar-de-aves-y-mamiferos-cada-semana-en-aragon/>
- [14] <https://smartspain.es/reciclar-placas-solares/>
- [15] <https://www.iea.org>
- [16] <https://datos.enerdata.net/energias-renovables/eolica-solar-produccion.html>
- [17] <https://unfcc.int/es/news/las-emisiones-mundiales-de-co2-reputaron-en-2021-hasta-su-nivel-mas-alto-de-la-historia>
- [18] https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/610958/Cap4_-_Infraestructura_del_Sistema_Electrico_Nacional_WEB.pdf
- [19] <https://amdee.org>
- [20] <https://es.statista.com/estadisticas/1235791/capacidad-instalada-total-energia-renovable-mexico/>

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.