




Producción y consumo de las energías renovables. La energía eólica en México

Production and consumption of renewable energy. Wind energy in Mexico

^aAbril Zacarias-López ^bDiana Xóchitl González-Gómez ^cEduardo Rodríguez-Juárez

 ^aPasante de la Licenciatura en Economía, za314502@uaeh.edu.mx, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

 ^bDoctora en Ciencias Económicas, dianax@uaeh.edu.mx, investigadora de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

 ^cDoctor en Ciencias Económicas, eduardor@uaeh.edu.mx, profesor investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, México.

Recibido: Mayo 22 de 2021 **Aceptado:** Agosto 27 de 2021

Forma de citar: A.Zacarias-López, D.X. González-Gómez, E.Rodríguez-Juárez, "Producción y consumo de las energías renovables. La energía eólica en México", *Mundo Fesc*, vol 11, no. S3 pp. 7-20, 2021.

Resumen

La transición energética global busca la generación de energía a través de fuentes renovables. Esta tendencia se ha propuesto con la finalidad de reducir costos, emisiones contaminantes y contribuir al cuidado del medio ambiente. A diferencia de otros países con importantes inversiones en energías limpias, la producción de energías renovables en México, al menos hasta el año 2019, ha tenido un crecimiento significativo, principalmente en la generación de energía eólica. El objetivo del artículo es distinguir entre las fuentes fósiles y renovables en el total de la producción y el consumo de energía en México y en la región sur del país, que se caracteriza por su potencial en energía eólica, para identificar el potencial productivo de las energías limpias, y si se satisface la demanda energética o se recurre a la importación. Con un enfoque cuantitativo, la investigación es de tipo exploratoria y descriptiva, sobre los datos y estadísticas oficiales. Entre los principales resultados se encuentra que la energía tiene una independencia productiva en la región y una posible materia exportable a largo plazo.

Palabras clave: comercio y medio ambiente, emisiones, energía eólica, energía renovable.

Autor para correspondencia:

*Correo electrónico: dianax@uaeh.edu.mx



Abstract

The global energy transition seeks the generation of energy through renewable sources. This trend has been proposed to reduce costs, pollute emissions and contribute to the care of the environment. Unlike other countries with significant investments in clean energy, the production of renewable energy in Mexico, at least until 2019, has had significant growth, mainly in wind energy generation. The objective of the article is to distinguish between fossil and renewable sources in the total production and consumption of energy in Mexico and in the southern region of the country, which is characterized by its wind energy potential, to identify the productive potential of clean energy, and whether energy demand is met or imported. With a quantitative approach, the research is exploratory and descriptive, on official data and statistics. Among the main results is that energy has productive independence in the region and is a possible long-term exportable material.

Keywords: trade and environment, emissions, wind energy, renewable energy

Introducción

Las energías renovables provienen de fenómenos de la naturaleza y de procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía, aprovechada por el ser humano; se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que en su proceso de generación no producen emisiones contaminantes [1]. Por las propiedades de sustentabilidad de las renovables se clasifican en: solar, eólica, hidráulica y biomasa, entre otras.

En los últimos años, la generación de energía a través de fuentes renovables se ha promovido para reducir costos y al mismo tiempo contribuir con el cuidado del medio ambiente. A nivel global se ha propuesto una transición energética hacia las energías limpias sea, o no, esta su principal fuente de producción y suministro dentro de las energías primarias, ya que el objetivo central es la reducción de las intensidades carbónicas. Esto no significa que las economías con recursos de combustibles fósiles sin explotar, tengan que renunciar al uso de estos recursos, más bien deben equilibrarse la eficiencia energética con el uso de las renovables y el uso sostenible de los no renovables [2].

A diferencia de otros países de Europa y

América del Sur, la producción de energías renovables en México, recientemente, no ha tenido crecimiento significativo; sin embargo, la gran mayoría del territorio nacional cuenta con el potencial para la producción energías renovables, como la solar y la eólica.

Por lo que en este trabajo se analiza la oferta y demanda interna de energías renovables en México, con el propósito de determinar si la producción nacional satisface el consumo energético, o bien, se recurre a la importación, en el marco de la transición energética global para constituir una economía con bajas emisiones de carbono. Además, se estudia el comportamiento de la energía eólica para determinar qué tan eficiente puede ser el país para explotar su potencial productivo en determinadas regiones. Lo anterior con el propósito de identificar el panorama actual del balance energético nacional y el avance en los compromisos de carácter global sobre energías limpias y reducciones de emisiones de carbono, en un entorno cambiante de la política pública en México.

Esta investigación se realiza a partir de la recolección de datos de ENERDATA [3], para definir el panorama del marco global; de la literatura proporcionada por la Secretaría de Energía (SENER) del Gobierno de México [4] [5] [6] en su página

oficial, para identificar el estado actual de la generación de electricidad utilizando energías renovables en México. Se utilizan los inventarios y bases de datos de agencias gubernamentales y privadas con dominio en el área de energías renovables, boletines de la SENER de 2020 y el Balance Nacional de Energía [6]. De este último, se obtienen los datos necesarios para determinar la oferta, demanda e importaciones por tipo de energía.

Hacia una transición energética global

La transición energética constituye el cambio de las energías fósiles por las energías renovables. El sector de las renovables crece anualmente entre 20 y 30% a nivel global [7]. Sin embargo, la demanda energética mundial crece a medida que aumenta la población, el consumo per cápita en países emergentes y por la mejora en los índices de bienestar en los países en vías de desarrollo [8] por lo que es necesario reducir la dependencia nacional de los combustibles fósiles y transitar hacia un modelo de generación y consumo de energías limpias. En México se tiene el potencial para desarrollar en forma masiva las energías renovables a lo largo del territorio nacional [9].

Hoy en día las energías renovables juegan un papel importante en la oferta energética que ofrecen los países, esto debido a que ayudan al crecimiento económico de estos, dada la relación que existe entre el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) y la demanda de energía de cada país. Además, la eficiencia energética y las energías renovables, se consideran las bases fundamentales de la transición energética, debido a que proporcionan una vía para reducir las emisiones contaminantes de manera efectiva y así mitigar el cambio climático [10].

No obstante, una transición energética debe ser parte de un cambio de paradigma derivado de un modelo de desarrollo

sostenible, ya que deben encontrarse soluciones que equilibren la aceptación de la sociedad y la sostenibilidad ecológica, con la finalidad de producir energía y abastecer los sectores económicos, a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Para realizar una transición energética a nivel mundial son necesarios agentes que tengan iniciativa y, al mismo tiempo, ejecuten actividades ligadas a la búsqueda de un sistema energético justo y sostenible [11]. En este sentido, se entiende por sostenibilidad a la interacción compleja entre sistemas económicos, sociales y ambientales, donde se determina una sociedad que se preocupa tanto de los ciudadanos actuales como de las generaciones futuras [12].

La investigación está estructurada en cinco secciones. La introducción es la primera. En la segunda sección se describen los materiales y métodos. En la tercera se exponen los resultados y la discusión. La cuarta sección corresponde a las conclusiones. Finalmente se presentan las referencias.

Materiales y métodos

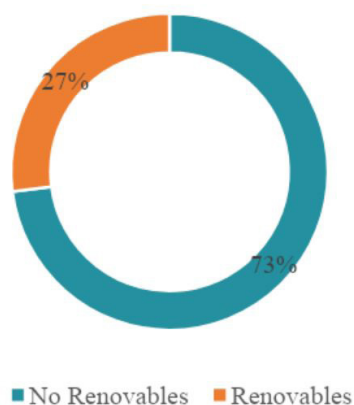
El tipo de investigación del artículo es exploratoria y descriptiva, con un enfoque cuantitativo. Para alcanzar los propósitos del trabajo, se realizó una búsqueda de información documental a nivel internacional sobre la transición energética global y de estadísticas oficiales sobre el sector de la energía. Así como una exploración del marco jurídico en México que sustenta la transición hacia las energías renovables y los datos oficiales.

Se revisaron documentos institucionales a nivel internacional como IRENA [10], IEA [13], UNEP [14] y a nivel nacional como la Ley de Transición Energética [1] y de la SENER, para identificar el enfoque global y en México. Los datos oficiales de energía se obtuvieron de ENERDATA [3] y de SENER

[4] [5] [6], en sus boletines y el Balance Nacional de Energía, que proporcionaron datos relevantes para determinar, oferta, demanda y situación comercial por tipo de energía.

Además de la búsqueda de documentos científicos donde se examinan a las energías renovables y su potencial productivo, cuyo objeto de estudio es la demanda energética global y nacional, relacionada a mejorar los indicadores de desempeño económico, a través de la incorporación de energías limpias, destacando el impacto de fuentes eólicas en México.

Figura 1. Porcentaje de producción de electricidad según fuentes de energías, 2019.



Fuente: Anuario estadístico mundial de energía [3].

Finalmente, después de la búsqueda de datos sobre las variables fundamentales, se analizaron las bases de datos sobre la producción mundial de energías renovables, la producción de electricidad a través de estas fuentes y se contrastaron con los datos de consumo por tipo de energía y su inversión total. A nivel nacional, se examinaron las estadísticas de la producción de energía, producción de electricidad y del consumo de energías renovables e importación en el año de 2019. El periodo temporal es de tipo transversal, debido a que es en ese último año donde se dispone la más reciente información cuantitativa en el ámbito global y local.

Resultados y discusión

Sector energético en la economía global

En la actualidad los mercados donde se desenvuelven las empresas, principalmente en el sector energético, están sujetos a constantes cambios impredecibles, hecho que las enfrentan con la necesidad de desarrollar estrategias que las hagan más competitivas para asegurar su supervivencia [15].

De acuerdo a la producción total de energía, durante el año 2019, a nivel mundial se ofertaron aproximadamente 14,715 Mtoe (unidad de energía equivalente a mega toneladas equivalentes de petróleo), de las cuales se consumieron 14,378 Mtoe, presentando tasas de crecimiento de 1.5% con respecto a sus homólogos del año 2018. China y Estados Unidos son los países que destacan a nivel global en ambas categorías, al igual que en la producción y consumo de electricidad. Sin embargo, en cuanto a la producción de energías renovables, los países antes mencionados tienen una baja participación, pero sobresalen Noruega, Brasil y Nueva Zelanda, con aportaciones de este tipo de energías que sobrepasan el 97% en cada uno de las naciones [3].

En este panorama global, México contribuye poco en la producción de energía total (únicamente con el 1%), aunque con relación a la producción de energías renovables, el porcentaje de producción es del 17.54%, cifra cercana a la de países como China (26.98%) y Estados Unidos (17.88%) [3].

Producción mundial de energías renovables

Del total de energía que se produjo durante el 2019, 26,913 TWh (teravatio-hora, unidad de potencia) se destinaron a la producción de electricidad, de las cuales las energías renovables contribuyeron con el 26.62% (7,164.24 TWh) a nivel global (ver figura 1),

hecho que da continuidad a la tendencia positiva que inició desde el año 2000. Noruega, Brasil y Nueva Zelanda son los países que presentaron mayor participación, 97.62, 82.31 y 81.88%, respectivamente [3].

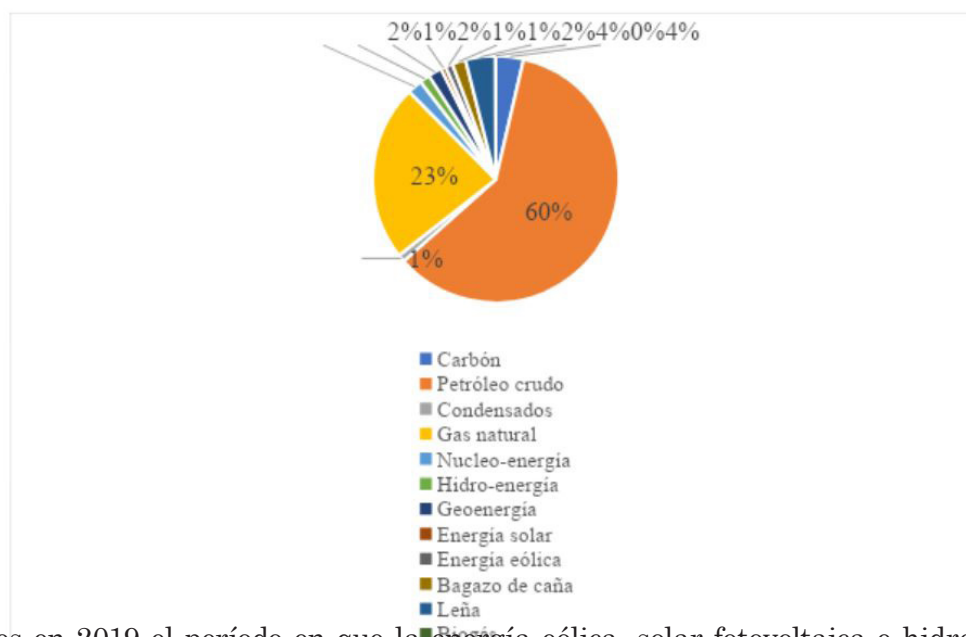
El reciente auge de las energías renovables emana de las nuevas capacidades eólicas y solares. El incremento de la capacidad de la energía renovable y la producción de electricidad son consecuentes a las políticas climáticas de los países de la Unión Europea, así como de Estados Unidos, China, India, Japón y Australia, en los que su oferta energética cubre el 34.73, 17.88, 26.98, 20.71, 18.05 y 18.20%, respectivamente.

Asimismo, del total de la oferta energética mundial el 8.47% está integrado por energía eólica y solar, que mostró una tasa de crecimiento del 1.1% respecto al año 2018. Mientras que la generación de electricidad creció en 12% mediante energía eólica y 24% con energía solar. Cabe mencionar que la cuota eólica y solar más significativa del 2019, fue en Emiratos Árabes Unidos que, aunque sigue siendo moderada (3.2%), se triplicó en el periodo señalado [3].

Consumo mundial de energías renovables

En 2019, el uso de energía renovable aumentó un 3.7% a nivel mundial. El consumo de este tipo de energías en el suministro de electricidad representó la mayor parte del crecimiento global, debido a la expansión de las políticas ambientales y la caída de los costos por el acceso a las tecnologías implementadas. Dicho uso también ocasionó incrementos en las ganancias del transporte y la producción de calor. En ese mismo año las energías renovables superaron el aumento total de la generación de electricidad en tiempos de expansión económica mundial [13].

Figura 2. Producción de electricidad en México según fuente de energía, 2019.



Además, es en 2019 el período en que la energía eólica, solar fotovoltaica e hidroeléctrica representaron en conjunto más del 85% del crecimiento de las energías renovables, complementado, principalmente, por la bioenergía [13].

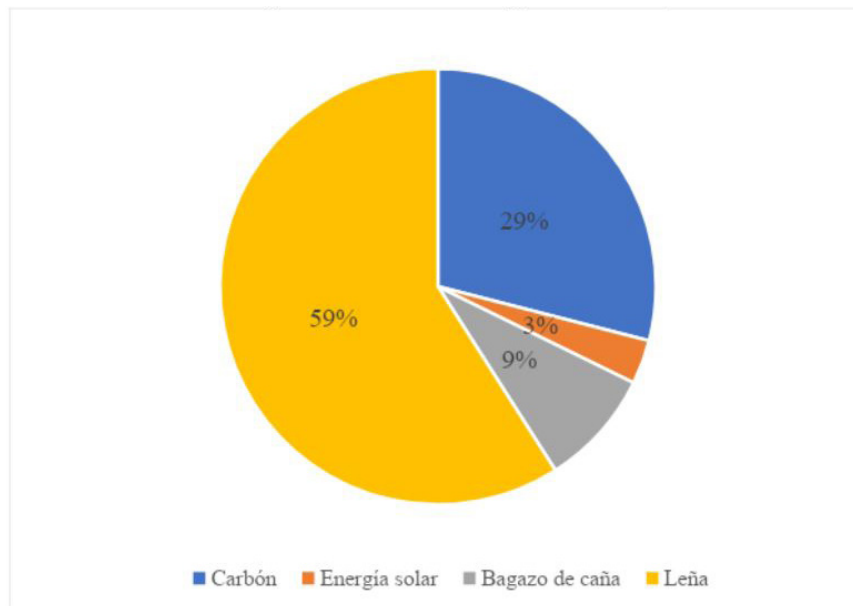
Inversión en energías renovables

De acuerdo con datos de UNEP [14], en la década de 2010 a 2019, se invirtieron casi 2.7 billones de dólares (BDD) a nivel mundial en energías renovables, excluyendo a las grandes hidroeléctricas, lo cual es aproximadamente tres o cuatro veces mayor a la inversión de la década anterior. La energía solar destaca como el mayor receptor de financiación, con una inversión de casi 1.4 BDD, seguido de la energía eólica con casi 1.1 BDD. Posteriormente la biomasa y la conversión de residuos en energía recibieron 123 MMDD (miles de millones de dólares), las pequeñas centrales hidroeléctricas 45 MMDD, los biocombustibles 28 MMDD, la geotermia 20 MMDD y la marina menos de 400 MDD (millones de dólares).

Al mismo tiempo, durante el periodo mencionado, aproximadamente 72 países invirtieron cada uno más de mil millones de dólares en nuevas energías renovables, de los cuales 26 invirtieron más de 10 mil millones de dólares [14]. Con lo cual se muestra el esfuerzo de las economías por promover el crecimiento de las energías limpias en el mundo.

Energías renovables en México

Figura 3. Consumo de energía total en México según su fuente, 2019.



La Secretaría de Energía (SENER) es el organismo encargado de la administración y regulación de los recursos energéticos en México. Es por ello que, a través de sus programas, da seguimiento a las propuestas de generación de energías limpias en el interior del país [1].

México cuenta con tres fuentes tecnológicas de energías renovables que predominan, en términos de generación de electricidad, y son: energía hidráulica, parques eólicos terrestres y energía geotérmica [16]. En el año 2019 la energía eólica creció un 26% en capacidad instalada respecto al año 2018, y la energía solar avanzó un 76% de enero de 2019 a febrero de 2020. En conjunto, la eólica y la solar generaron alrededor de 3,500 MW (megawatts), suficientes para cubrir las necesidades anuales de aproximadamente tres millones de viviendas [17].

Producción de energías renovables en México

Durante el año 2019, en México se produjeron un total de 6,332.812 PJ (petajoule, unidad de medida de energía), de los cuales 307 TWh (1,105.5 PJ) se destinaron a la producción de electricidad y el 17.54% de estos se generaron a partir de fuentes renovables (193.90 PJ). En la figura 2 se presenta la distribución de producción de energía eléctrica, según su fuente.

El tipo de energía que predomina en la producción de electricidad en México, en el periodo de estudio, es la energía a base de petróleo crudo (60%). En segundo lugar está el gas natural (23%), seguido del carbón (4%) y leña (4%) [6]. La porción que representa el uso de energías renovables concuerda con los datos mencionados anteriormente, con lo cual la energía eólica y solar en conjunto, tienen una mínima participación en la producción total.

Las entidades de la República Mexicana que sobresalen en la producción de energías limpias son:

- Oaxaca: Reconocido como uno de los centros más importantes de energía renovable en Latinoamérica gracias a su producción de 2.300 megavatios al año en energía eólica. Cuenta con 21 centrales eólicas, que representan el 90% de los proyectos eólicos dentro del país [18].
- Baja California: Desarrolla cuatro proyectos que en conjunto suman 339 megavatios, donde el potencial eólico es mayor.
- Veracruz: Sobresale en la producción de energía de biomasa [19].

Consumo de energías renovables en México

De acuerdo con la SENER [6], durante 2019 el consumo nacional de energía total disminuyó 4.61% respecto al año anterior, al pasar de 9,236.86 a 8,811.06 PJ. El consumo final total de energía proviene,

en orden descendente, de la leña (59%), el carbón (29%), el bagazo de caña (9%) y energía solar (3%), como se muestra en la Figura 3. Aunque México produce diversos tipos de energía, su consumo se centra principalmente solo en una parte de ellas. No destaca la energía eólica, aunque esta mantenga un crecimiento significativo en la producción de los últimos años.

Importación de energías renovables

México es un país que registró en 2019 un total de importación de carbón por 275.146 PJ como fuente de energía primaria, principalmente, aunque en menor proporción que la registrada en el año 2017 [6]. Con esta información se resalta el desaprovechamiento del potencial de las energías renovables y, por el contrario, la dependencia del país por las energías fósiles.

De acuerdo con los datos oficiales analizados y los documentos consultados, la capacidad de producción de energía eólica en el territorio mexicano, ha aumentado significativamente en los últimos años, gracias al potencial productivo en la región sureste de México, específicamente en el estado de Oaxaca, y en la región noroeste, en la entidad de Baja California. Este último se espera que sea el futuro principal exportador de este tipo de energía, dada su cercanía con Estados Unidos, y la demanda de este último por satisfacer sus políticas que resaltan la importancia de la inclusión de energías a base de fuentes renovables.

La tecnología basada en la fuente eólica es una solución eficiente para proveer de energía a los Suministradores de Servicios Básicos mediante procesos de subastas de largo plazo, a un precio competitivo. Por lo que con esta se puede alcanzar la meta que tiene México de reducir sus fuentes fósiles al 65%, debido a que en otros países se ha demostrado que es la energía eólica, la que

ha manifestado mayor eficiencia para lograr la meta de aumentar el uso de energías limpias [20].

Hasta el 2019, la energía eólica presentó una oferta total de 60.216 PJ, cuya producción ha sido la más eficiente en los últimos años. Lo más importante que se resalta en este punto es que, de acuerdo al Balance Nacional de Energía, no se recurrió a la importación para generar dicha oferta, por tanto, esta es resultado de la producción interna del país y la adecuada explotación del potencial de la región. No obstante, tampoco se muestran datos de exportación de energía eólica, lo que indica que aún falta trabajar la producción de esta energía, de tal manera que el país contribuya a las metas del mercado externo para reducir los índices contaminantes a nivel global.

Conclusiones

La transición energética mundial busca la reducción de energías fósiles, a partir de la implementación de energías generadas a partir de fuentes renovables, con el objetivo de reducir las emisiones contaminantes que ocasionan el cambio climático.

Las grandes potencias mundiales, como China y Estados Unidos, se mantienen en los primeros lugares de producción y consumo de energía, tanto total como eléctrica. Mientras que México mantiene niveles más bajos; sin embargo, se posiciona cerca de ellos en relación al porcentaje de participación productiva a partir de fuentes renovables, aunque estos primeros inviertan significativamente mayores cantidades de dólares para la generación de energías limpias en sus territorios.

En los últimos años, México ha tenido un avance en la generación de electricidad a través de las energías renovables. A pesar de que el país cuenta con el potencial para la

producción de energías limpias, a lo largo de este estudio se pudo ver que gran parte de la concentración de esta producción se enfoca en el sur del país (Oaxaca y Veracruz), principalmente con la generación de energía eólica y de biomasa, que ha mostrado un notable crecimiento en los últimos años.

Hasta el año 2019, el país se encuentra en el camino hacia una transición energética más limpia, capaz de satisfacer las necesidades de consumo de los habitantes del país, debido a una implementación de políticas energéticas y la reducción de los costos de las energías renovables. Sin embargo, la disminución de los costos sucede una vez que son instaladas las plantas energéticas renovables, para las cuales se requiere de una fuerte inversión inicial, que el presupuesto destinado por parte del gobierno no alcanza a cubrir.

En periodos recientes, el gobierno federal ha generado una serie de cambios en la política energética de México. Se está incentivando la generación de electricidad, a través de energías fósiles. Este panorama se describe en las recientes reformas energéticas que se han promovido y en la Ley de la Industria Eléctrica. Ante tal situación es necesario profundizar, en futuras investigaciones, sobre el impacto que estas decisiones puedan tener para alcanzar los compromisos globales de reducción de emisiones contaminantes, como parte de la Agenda 2030 al que una gran cantidad de naciones se ha sumado.

Por otra parte, el fomento de la energía eólica, abre paso a una mejor oportunidad del país por satisfacer la demanda energética de la población, ya que esta se generó a partir del potencial interno. Además, de seguir el mismo comportamiento, a largo plazo la energía eólica podría convertirse en una fuente exportadora, con lo México tendría ganancias y, al mismo tiempo, ayudaría a frenar el cambio climático.

La política energética requiere de una visión global para diseñar un panorama estratégico en el que se tomen otras alternativas, que conduzcan al país a la mejora de su productividad frente a la generación de energía, debido a que las energías limpias pueden mejorar la calidad de vida de la población, al mismo tiempo que ayudan a reducir emisiones contaminantes.

Agradecimientos

Este trabajo representa un avance del proyecto de investigación Transición Energética en México y su impacto económico, social y ambiental, registrado el 5 de mayo de 2020 en la Dirección de Investigación de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Es un proyecto de investigación aplicada con la participación de profesores investigadores del Cuerpo Académico Economía Aplicada y Regional, y de una tesista, que pertenecen al Área Académica de Economía del Instituto de Ciencias Económico Administrativas en la misma institución educativa. El proyecto no cuenta con financiamiento externo, se realiza con recursos propios de los investigadores. El objetivo central del proyecto es analizar la situación que guarda la producción de electricidad en México mediante energías renovables, en el marco de la transición energética global; con la finalidad de identificar el potencial productivo en las regiones del país y los conflictos socio ambientales que han surgido en los últimos años. Como resultado del proyecto, ya se ha publicado un artículo científico en una revista internacional y se ha realizado una ponencia.

Referencias

[1] Decreto D.O.F: No. 24/12/2015. Ley de Transición Energética. http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5421295&fecha=24/12/2015

[2] S. Foster y D. Elzinga, “El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible”, *Naciones Unidas, Crónica ONU*, (2021). [En línea]. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible> [Accedido: 20-mar-21]

[3] “Cuota de energía eólica y solar en la producción de electricidad”. *Energía y clima mundial-estadísticas 2021* [En línea]. Disponible en: <https://datos.enerdata.net/> [Accedido: 20-mar-21]

[4] “Prospectiva de Energías Renovables 2012-2026”, Secretaría de Energía, 2012 [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/62954/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2012-2026.pdf [Accedido: 20-mar-21]

[5] “Prospectiva de Energías Renovables 2018-2032”, Secretaría de Energía, 2018 [En línea]. Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/documentos/prospectivas-del-sector-energetico> [Accedido: 20-mar-21]

[6] “Balance Nacional de Energía”. Secretaría de Energía. 2020 [En línea]. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/618408/20210218_BNE.pdf [Accedido: 29-mar-21]

[7] R. Vázquez, “Transición energética en México. Nuevo paradigma socioambiental”, *Revista Rúbricas*, 3, 1-7, 2015 [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.11777/719> [Accedido: 20-mar-21]

[8] F. Albistur, “La transición energética:

un reto al desarrollo sostenible”, *Cuadernos del CENDES*, 31(86), 149-155, 2014 [En línea]. Disponible en:<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40332804011>[Accedido: 23-may-21]

- [9] E. Pérez-Denicia, F. Fernández-Luqueño, D. Vilariño-Ayala, L. Montaña-Zetina y L. Maldonado-López, “*Renewable energy sources for electricity generation in Mexico: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews*”, vol. 78, 597-613, 2017.<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.009>
- [10] “Energy Transition”, International Renewable Energy Agency, 2020 [En línea]. Disponible en:<https://www.irena.org/energytransition> [Accedido: 29-mar-21]
- [11] N. Netzer y K. Bärbel, “Una transición energética mundial”. En *Requisitos para una transición energética global*, Alemania, F. E. Stiftung, 2014,