

Relación sociedad y energía en regiones con potencial eólico de México



Colaboración

César Arturo Ramírez Dolores, Universidad Interamericana para el Desarrollo / Campus Coatzacoalcos; David Alejandro López Dolores Parque Eólico Oaxaca II y Oaxaca IV Acciona Energía; Gabriel Alfonso Jiménez Domínguez, Universidad Veracruzana / Campus Coatzacoalcos; Doreidi Lizeth García García, Universidad Veracruzana, Campus Xalapa; Gerardo Alcalá Perea, Universidad Veracruzana / Campus Coatzacoalcos

RESUMEN: A partir de la relación aparente entre sociedad y energía, en este artículo se muestra la población mexicana con acceso al servicio eléctrico, con base en los datos publicados por el Sistema de Información Energética (SIE) en México, e información contenida en investigaciones actuales se hace una descripción integral de las entidades federativas con proyectos eólicos, la generación eléctrica bruta que las centrales eólicas proporcionan y se manifiesta un escenario teórico basado en el porcentaje aparente de energía abastecida con recurso eólico a las entidades que cuentan con proyectos que emplean esta fuente energética. Este análisis exhibe la influencia de la reforma energética (promulgada en el año 2013) en el desarrollo de proyectos energéticos alternativos a los hidrocarburos y los beneficios generados a la sociedad considerando el impulso del desarrollo sostenible para proteger al medio ambiente.

PALABRAS CLAVE: Desarrollo social, Electricidad, Energía renovable, Población mexicana, Reforma energética.

ABSTRACT: Based on the apparent relationship between society and energy, this article shows the Mexican population with access to electricity, Based on the data published by the Energy Information System (EIS) in Mexico and information contained in recent research, a comprehensive description is made of the states with wind projects, the gross electricity generation that the wind power plants provide and a scenario is manifested theoretical based on the apparent percentage of energy supplied with wind resources to entities that have projects that use this energy source. This analysis shows the influence of the energy reform (enacted in 2013) in the development of alternative energy projects to hydrocarbons and the benefits generated to society, considering the promotion of sustainable development to protect the environment.

KEYWORDS: Social Development, Electricity, Renewable Energy, Mexican population, Energetic law.

INTRODUCCIÓN

Los recursos renovables, han sido objeto de estudio desde que el hombre ha manifestado un interés estricto por optimizar los procesos de generación de energía, este interés se ha maximizado debido a la preocupación de los gobiernos por el incremento en la explotación de las reservas mundiales de hidrocarburos, además de las pruebas que vinculan a la emergencia energética con los problemas climáticos que hoy en día enfrentamos [1] esta emergencia se ha visto influenciada por diversos factores como: el uso irracional de los recursos energéticos convencionales, la expansión de los entornos urbanos, fluctuaciones aleatorias en la precipitación anual, la migración social y el uso constante de combustibles en el transporte[2]. Hoy en día las investigaciones realizadas en materia de energías alternativas han creado líneas de investigación de

carácter mundial y los países han adquirido compromisos ambientales, estas investigaciones abordan aspectos y desarrollan estrategias benéficas desde las ciencias sociales, políticas energéticas, las ciencias de la tierra, la ingeniería en diversas ramas e incluso las leyes fiscales de materia energética [3], regidas bajo las aristas del desarrollo sostenible. Ante esta situación y considerando los compromisos ambientales hechos por México, en el año 2013 entró en vigor la reforma energética constitucional. Dentro de los objetivos fundamentales de esta, destacan dos, los cuales han permitido el crecimiento de las energías alternativas en los últimos años, estos objetivos son los siguientes: a) Atraer mayor inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país y b) Impulsar el desarrollo con responsabilidad social y proteger al medio ambiente [4]. Dentro del marco legislativo se proyectaron diversos beneficios tanto para la población, economía nacional y medio ambiente; uno de los beneficios que mayor atención ha captado es la sustitución de las centrales eléctricas más contaminantes con tecnologías limpias y gas natural. Bajo la premisa de este beneficio radica la exploración de potencial y explotación de los recursos energéticos renovables disponibles en México, dejando por un lado el gas natural, es conveniente mencionar que tan sólo el desarrollo de la industria energética basada en fuentes renovables ha tenido una aceptación regular en el país, sobre todo las tecnologías nuclear y eólica. En México la construcción y operación de centrales eólicas ha tenido un crecimiento progresivo, sin embargo, los problemas sociales también han sido participes para el desencanto de las empresas eólicas extranjeras, como para el mismo gobierno federal, denotando un desarrollo un tanto complejo y polémico [5], incluso se proyecta un freno al desarrollo de proyectos eólicos en el Istmo de Tehuantepec debido a los conflictos sociales, la participación de sindicatos irregulares y desigualdad ante los contratos de arrendamiento de terrenos ejidales [6]. Estos problemas afectan de manera directa a la comunidad regional en donde se ubiquen los proyectos, también afectan de manera negativa a la población que no cuenta con acceso al servicio de electricidad en el país. El objetivo de esta investigación se centra en analizar el comportamiento del consumo eléctrico en México y particularmente en las entidades federativas que cuentan con proyectos eólicos, así como determinar desde un enfoque teórico cual sería el aprovechamiento de este recurso como proveedor de electricidad en estos sitios para satisfacer la necesidad energética de la sociedad. Es importante enfatizar que mientras no se consiga una fuente de energía inagotable y amigable con el ambiente, si la sociedad mundial desea alcanzar el desarrollo sostenible no solamente se deben enfocar los esfuerzos en optimizar las formas de producción de la energía, sino también en mejorar los patrones de consumo [7]; tomando así, como líneas estratégicas: la reducción del consumo, el uso eficiente de la energía y la promoción de la transición a

fuentes renovables como una tarea de la sociedad en general; asumiendo que hay una tendencia global hacia la transición energética basada en recursos renovables de la que México no está exento.

MATERIAL Y MÉTODOS

El desarrollo social se encuentra ligado al suministro energético, la mayor cantidad de procesos creados y aplicados por el hombre requiere de energía para su operación o como producto final, como ejemplo fundamental, se tiene la transformación de hidrocarburos a electricidad, otros ejemplos son: el aprovechamiento de la energía solar, eólica o geotérmica para convertirla en electricidad; el transporte público requiere de la energía de los combustibles para su funcionamiento, los procesos de secado de semillas y la refrigeración demandan energía [8] e incluso la operación de edificios contribuyen a una gran proporción en el uso final de la energía producida en el mundo [9] siendo estos últimos los espacios en donde la sociedad moderna desarrolla la mayor cantidad de sus actividades. Ante estos y otros escenarios las sociedades en conjunto con los gobiernos deben formar criterios que permitan las transiciones energéticas de lo convencional a lo alternativo, para continuar con el desarrollo e incluso propiciar la sostenibilidad en todas las actividades posibles. De acuerdo con las cifras disponibles y publicadas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), la población en México se ha incrementado de manera significativa (Figura 1), en el periodo comprendido entre los años 2007 - 2018.

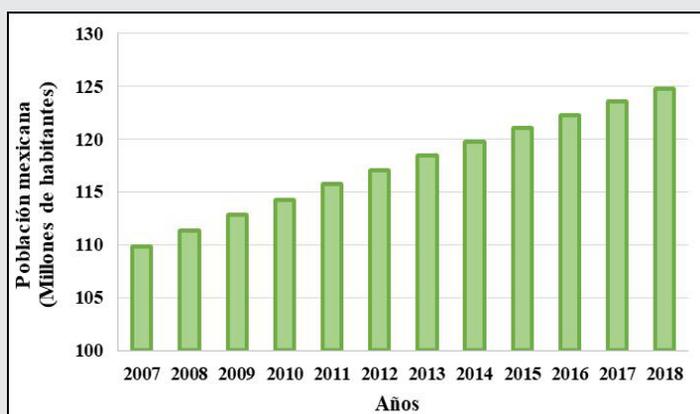


Figura 1. Crecimiento de la población mexicana. Fuente: INEGI 2020.

Considerando la información reportada por la Secretaría de Energía (SENER), se ha identificado que no toda la población mexicana cuenta con servicio de electricidad, aunque las proporciones de población sin servicio han disminuido notablemente a partir del 2010 (Figura 2) aún existen deficiencias para proveer a toda la población. Tan sólo en el periodo analizado (2007-2018) se incrementó el porcentaje de población con servicio, del 96.56% hasta el 98.75%. Siendo este incremento uno de los objetivos propuestos en la reforma energética Constitucional de México [11].

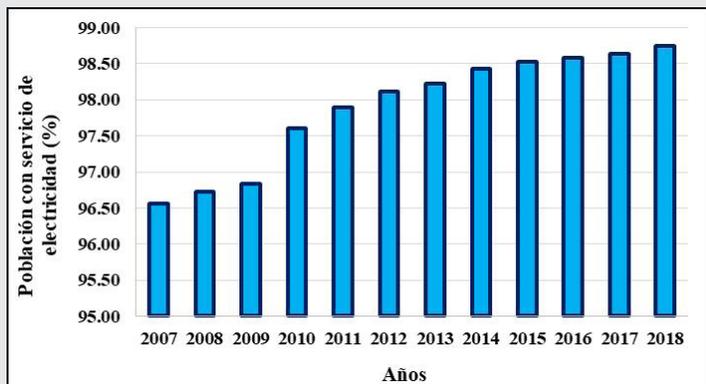


Figura 2. Población mexicana con servicio eléctrico. Fuente: SIE 2020.

Desarrollo de las principales fuentes energéticas renovables en México

Diversas investigaciones han determinado que las fuentes de energía por recursos renovables, ofrecen beneficios sociales, ya que promueven el desarrollo regional al generar empleo, mejorar la calidad de vida en áreas aisladas, las cuales son comunes en México, permiten reducir los impactos ambientales y explotar las oportunidades de financiamiento para proyectos de energía limpia de organismos internacionales [12]. En México, este tipo de recursos energéticos se han adoptado de manera progresiva y de forma regular desde la perspectiva social, dentro de las características relevantes ante estas fuentes energéticas es que se cuenta con recursos suficientes para la generación de energía en diversas regiones, incluidas las altas montañas, extensiones desérticas, costa adentro y costa afuera [13]. Sin embargo, el aprovechamiento de las energías renovables debe conjugarse con la eficiencia y la educación energética, ya que son factores clave en el desarrollo sostenible de los países. Contextualizando en México, se han empleado programas de fortalecimiento en los últimos 10 años, así como la difusión de los movimientos de ahorro y eficiencia dentro del propio gobierno federal e instituciones educativas [14], [15], los premios nacionales de ahorro de energía y la promoción del uso masivo de colectores solares para el saneamiento de agua caliente son evidencia de la tarea que ha realizado el gobierno mexicano para el tránsito hacia una economía independiente a los combustibles fósiles [16]. La contribución a la generación de producción de energía por fuentes renovables aún es significativamente menor si se compara con la energía producida por combustibles fósiles, tan sólo hasta el año 2018 se cuantificó que el 20% de la energía producida en México provenía de fuentes de recursos renovables, de estas fuentes, quienes aportan al sistema eléctrico nacional son: geotérmica, eólica, hidroeléctrica y solar fotovoltaica con 6.4%, 5.1%, 88.4% y 0.04%, respectivamente [17].

Para los autores expresar el desarrollo de las energías renovables en México no implica sólo su contribución al sistema eléctrico nacional, también implica las aporta-

ciones que se han realizado para diversas áreas de investigación. Por lo tanto, hablar de recursos renovables permite también la denotación que estas fuentes han permitido construir al paso de los años y esfuerzos de los profesionales en materia. Tan sólo sobre el recurso geotérmico, México cuenta con un gran potencial, aunque no se ha explotado en su totalidad [18] si ha permitido el desarrollo de investigación trascendental como lo denotan los métodos para estimar temperaturas de formación en pozos geotérmicos y el desarrollo de simuladores computacionales para determinar propiedades térmicas de formaciones rocosas [19], [20]. Por otra parte, sobre la energía hidroeléctrica se tiene un mejor aprovechamiento para la conversión a electricidad, a lo largo de la extensión geográfica de México se han instalado complejos hidroeléctricos, en la actualidad se estiman más de cuatro mil proyectos distribuidos estratégicamente para aprovechar los saltos de agua [10]. El desarrollo de la energía solar fotovoltaica ha jugado un papel importante, diversos estudios indican que la posición geográfica del país es favorable para el aprovechamiento de la radiación solar, tan sólo en Sonora, Baja California Norte, Chihuahua y Sinaloa se ha estimado la mayor captación de radiación de alta calidad disponible en el país [21].

Proyectos eólicos en México

Pensar en energías renovables nos hace imaginar los grandes molinos de viento empleados en la antigüedad para bombeo de agua, que hoy en día, bajo el estricto criterio energético nos lleva a los aerogeneradores, conocidos también como turbinas de viento. En México, se localiza el Istmo de Tehuantepec, región con reconocimiento internacional por la industria eólica, con el asentamiento de grandes empresas internacionales y un corredor eólico de gran envergadura, que acompaña al transporte terrestre en su recorrido en los límites de Oaxaca - Chiapas. La energía eólica es la tercera fuente de producción renovable en México, ha crecido significativamente con el pasar de los años, siendo uno de los principales sectores generadores de empleos directos e indirectos y una capacidad total instalada superior a los 6, 000 MW [22]. Adicionalmente, se han identificado diversas entidades federativas que cuentan con potencial eólico, estudios recientes indican un potencial significativo para la generación de electricidad por recurso eólico no sólo en el Istmo de Tehuantepec, también a lo largo del golfo de México [23], [13], la península de Yucatán, Baja California Sur, e incluso en la costa de Tamaulipas [24]. Considerando las cifras reportadas por la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE), se ha estimado la explotación del recurso eólico en 14 entidades federativas de México (Figura 3), con presencia de empresas como General Electric, Siemens-Gamesa, Nordex-Acciona y Envision, por mencionar algunas.

Se estima que el desarrollo de proyectos eólicos en México impacta de forma positiva a la sociedad nativa

de los asentamientos beneficiados, generando fuentes de empleo, beneficios en infraestructura a los entornos urbanos y rurales, así como beneficios económicos por el alquiler de los espacios de construcción y paso de viento.

plantas procesadoras de hidrocarburos y sus derivados tuvieron un auge positivo que impactaron directamente en la creación de empleos directos e indirectos. De acuerdo a las cifras contenidas en el portal del [11] SIE (2020), se puede observar que, dentro de este periodo, en el año 2013 se tuvo la menor generación bruta por recurso eólico, con un estimado de 1813.90 GWh, mientras que en el 2018 se registró un incremento positivo con un estimado de 2707.20 GWh, en la Figura 5 se observa la generación bruta de energía eólica del 2013 al 2018.



Figura 3. Potencial eólico en entidades de México. Fuente: AMDEE 2018.

RESULTADOS

La generación bruta de energía corresponde al suministro energético que se entrega a las redes de distribución, en este caso el suministro es por las centrales eólicas. En esta investigación se manifiesta una comparación en dos periodos significativamente importantes en la historia contemporánea de México, el primer periodo analizado corresponde al sexenio comprendido en los años 2007 al 2012 (Figura 4), un sexenio previo a la implementación de la reforma energética (aprobada en el 2013). Con base en las cifras reportadas en [11]. Se ha determinado que en este periodo el año 2010 fue en donde se generó la menor cantidad de energía por el recurso eólico con un estimado de 166.40 GWh, mientras que el 2012 manifestó un incremento, que se puede considerar el inicio de una tendencia mayor de generación bruta por recurso eólico.

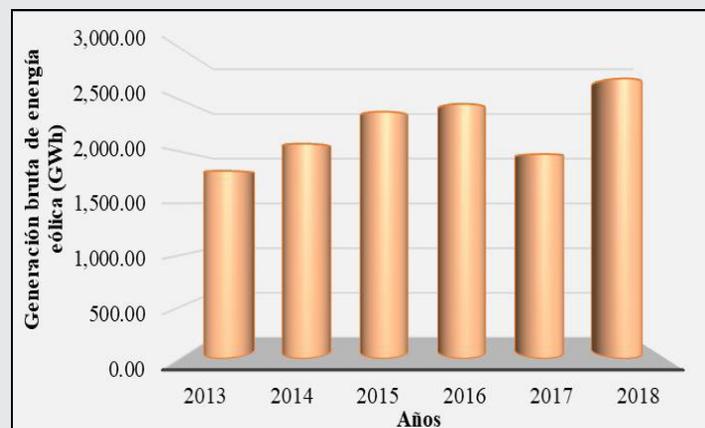


Figura 5. Generación bruta de energía eólica (2013 - 2018). Fuente: SIE 2020.

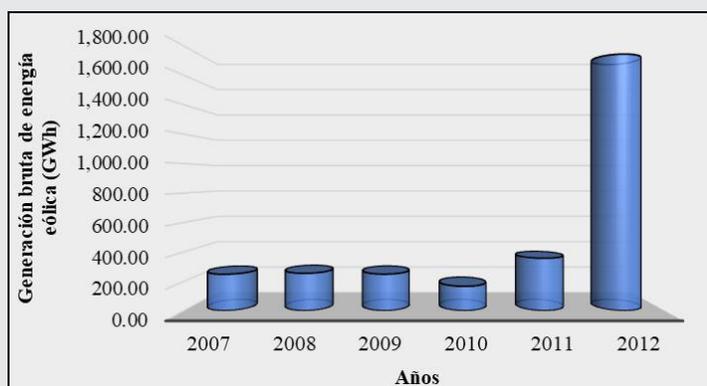


Figura 4. Generación bruta de energía eólica (2007 - 2012). Fuente: SIE 2020.

Por otra parte, en el sexenio 2013- 2018, hubo cambios significativos en materia energética en México. Tan sólo la apertura a empresas extranjeras para la construcción de centrales eólicas, la puesta en marcha de proyectos solares, eólicos, así como la rehabilitación de antiguas

En el sexenio que va del 2013 al 2018 se obtuvo un incremento promedio de generación bruta de energía eólica del 77.50% comparado con el sexenio anterior. Denotando un incremento en la generación de energía a partir de la implementación de la reforma energética, apertura del mercado eléctrico mexicano a la inversión extranjera, así como la búsqueda por cumplir los requerimientos para ser parte de los países miembros de la Agencia Internacional de Energía (AIE). De acuerdo con la información proporcionada por la AMDEE, en México 14 entidades federativas de las 32 que conforman el país, cuentan con proyectos eólicos, sin embargo, previo a esta investigación no se ha analizado la tendencia sobre el consumo que la población de estas entidades realiza sobre la energía eléctrica, en la Tabla 1 se presentan los respectivos consumos promedio de electricidad de estas entidades desde el 2007 hasta el año 2018.

Como se muestra en la Tabla 1, Zacatecas es la entidad con menor consumo de electricidad en el periodo analizado y la entidad de Nuevo León es la de mayor consumo de electricidad de todo el conjunto con un total estimado de 16,411.61 GWh, siendo este último equivalente al consumo de cinco entidades federativas como: Zacatecas, Oaxaca, Chiapas, Yucatán y San Luis Potosí. La segunda entidad con mayor consumo corresponde a Jalisco, seguido de Guanajuato como la tercera entidad de mayor consumo.

1. Entidades federativas con proyectos eólicos en México.

Entidad Federativa	Consumo promedio de electricidad (GWh)
Zacatecas	2,355.88
Oaxaca	2,440.15
Chiapas	2,706.70
Yucatán	3,138.85
Quintana Roo	3,967.43
San Luis Potosí	5,369.26
Puebla	7,204.50
Tamaulipas	8,466.15
Baja California Norte	9,514.39
Coahuila	9,672.02
Sonora	9,849.16
Guanajuato	10,154.39
Jalisco	11,830.87
Nuevo León	16,411.61

Fuente: Modificado de SIE 2020

La media de consumo de todo el conjunto corresponde a 7,362.95 GWh, este valor permite caracterizar el conjunto de entidades federativas en una sola cifra para denotar el consumo promedio total de sujetos con potencial eólico en México.

Otra relevancia determinada en esta investigación es que las entidades que superan el consumo promedio se ubican del centro al norte del país, así como al este y oeste. Por otra parte, la entidad federativa de Oaxaca es la penúltima en orden de consumo eléctrico, con una media de 2,440.15 GWh, en esta existen diversos proyectos eólicos, incluso se tiene instalado el parque eólico Eurús, el más grande de América Latina con 167 turbinas de viento instaladas con la finalidad de abastecer el 25% de las necesidades energéticas de las plantas cementeras de Cemex [25].

El consumo promedio de electricidad de las entidades con proyectos eólicos, se presenta de manera gráfica en la Figura 6.

De acuerdo con los registros de la Secretaría de Energía, el consumo promedio de electricidad en las entidades con proyectos eólicos en el sexenio 2013 - 2018 tan sólo creció un 6.45% comparado con el periodo inmediato anterior (Figura 7).

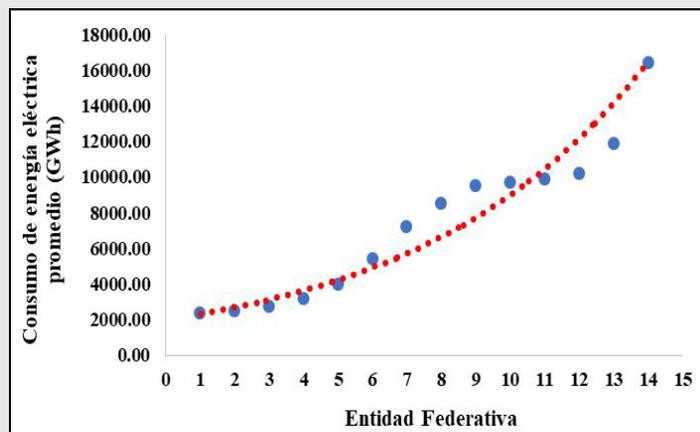


Figura 6. Consumo eléctrico en las entidades con proyectos eólicos. Fuente: SIE 2020.

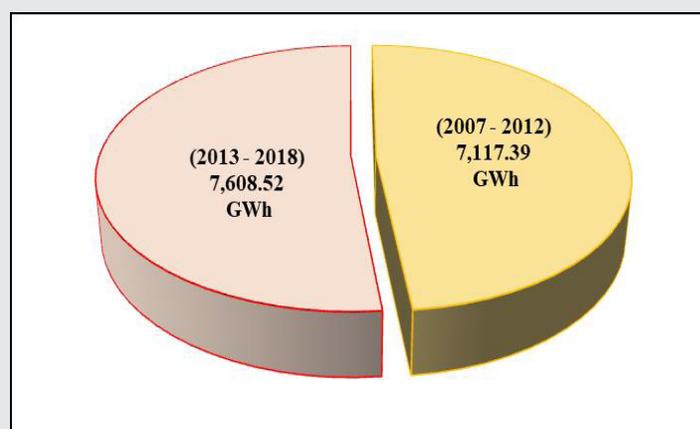


Figura 7. Consumo eléctrico promedio en las entidades con proyectos eólicos. Fuente: Elaboración propia.

La diferencia en los consumos medios de electricidad fue de 491.12 GWh aproximadamente, sin embargo en el sexenio 2013-2018, el incremento en la generación bruta de energía eólica fue significativamente positiva, comparando entonces el incremento del consumo eléctrico de las entidades con proyectos eólicos y la generación bruta se puede inferir que el último sexenio analizado ha sido de beneficios tanto en materia energética como sociales, por los impactos colaterales positivos que la infraestructura energética eroga a la población. Considerando las entidades federativas descritas en la Tabla 1 y los periodos analizados (sexenios), se ha proyectado el total de la energía abastecida en estas entidades como una realidad teórica aparente, es decir: el porcentaje de energía que se puede abastecer a estas entidades, con base en la generación bruta de energía que se obtiene del potencial eólico (Figura 8). Este escenario teórico permite comprender con facilidad la razón de la reforma energética en un ejercicio administrativo posterior a su promulgación, en el sexenio en que esta reforma entró en vigor y se implementó la sociedad mexicana que no contaba con acceso a la electricidad disminuyó, esto en parte debido a la mayor generación energética por recursos renovables.

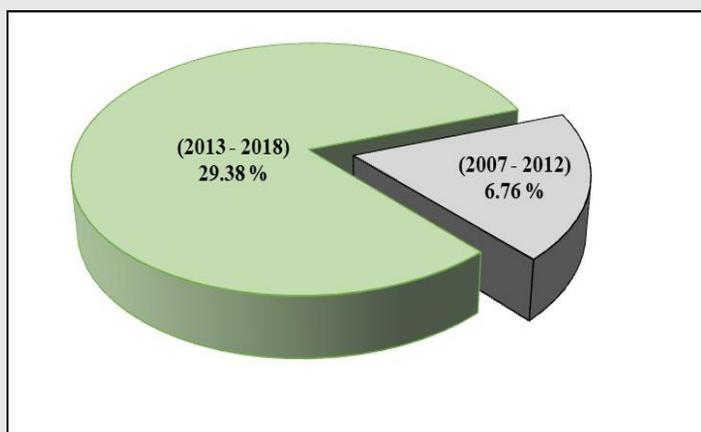


Figura 8. Energía aparente abastecida a las entidades con proyectos eólicos. Fuente: Elaboración propia

En el sexenio 2013 - 2018 se tuvo un incremento de 4.3 veces sobre la energía aparente que cubriría teóricamente el consumo energético de las 14 entidades federativas, esto indica que aprovechando el potencial eólico en las entidades e incluso ampliando las centrales de generación ya instaladas esta fuente energética puede contribuir de manera importante en satisfacer la demanda de la población de manera satisfactoria. En este último apartado se presenta de manera gráfica una de las aportaciones positivas que deja la reforma energética del 2013 a la sociedad mexicana, la generación de mayor energía a partir de las fuentes renovables es sin duda un resultado positivo que hace a México colaborador para lograr los objetivos del desarrollo sostenible mundial, sin embargo, es de considerarse la formulación de sanciones, seguimiento a las quejas y desarrollo de legislaciones que también permitan el respaldo de las organizaciones que se dedican a la exploración, instalación y operación de las centrales eólicas, esto con el fin de propiciar apoyo ante los conflictos sociales que ha tenido la construcción de los parques eólicos, así mismo, es importante también las legislaciones que permitan un equilibrio entre organización y sociedad, con el fin de respetar las garantías individuales y preservar un ambiente de cordialidad entre los involucrados.

CONCLUSIONES

La gestión de la energía por parte de los gobiernos debe considerarse como elemento clave en sus procesos de mejora, la integración de los servicios energéticos a todas las comunidades. En México la participación social desde diferentes perspectivas ha aceptado de forma regular a las energías renovables, si bien es cierto la integración de estas a la infraestructura energética del país aún es menor comparada con las fuentes por hidrocarburos, se está logrando poco a poco una lucha contra el petróleo y los efectos negativos que de su explotación surgen. En los últimos años, la generación por recursos renovables ha incrementado su participación, causa de esto surge después de implementarse la reforma energética constitucional en el año 2013,

a su vez influyen los compromisos de México ante la Agencia Internacional de la Energía, así como la misma conciencia social quienes demandan una mejor calidad de vida como legado a sus futuras generaciones. Considerando la presencia del recurso eólico en México, se logró estimar la aportación de la energía generada a partir de esta fuente para satisfacer los consumos de la sociedad, partiendo de una comparación sexenal que permite observar el desarrollo de México en materia energética, así como determinar tendencias para lograr el tránsito hacia un sistema energético descarbonizado, si bien es cierto que la relación sociedad y energía es proporcional al crecimiento, es imperante encontrar un equilibrio que permita proveer lo necesario sin hacer un uso irracional como el que se hizo con los hidrocarburos. Como trabajo a futuro se espera integrar las otras fuentes renovables de energía en un análisis robusto y determinar la influencia que estas han tenido en México, específicamente en las entidades federativas que cuentan con proyectos para la generación de electricidad.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] R. De Dear, J. Xiong, J. Kim, and B. Cao, "A review of adaptive thermal comfort Research since 1998". *Energy and Buildings*, vol. 214, 2020.
- [2] M. Zhang, K. Zhang, W. Hu, B. Zhu, P. Wang, and Y. Wei, "Exploring the climatic impacts on residential Electricity consumption in Jiangsu, China". *Energy Policy*, vol. 140, 2020.
- [3] G. Schutzer. "Recent Tax Law Changes Create New Opportunities for Leasing Wind Energy Property". *The Electricity Journal*, vol. 23, 2010.
- [4] M. Aguilera, F.J. Alejo, J. E. Navarrete, and R. C. Torres, "Content and scope of the energy reform". *Economías UNAM*, vol. 13, 2016.
- [5] M.E. Huesca, C. Sheinbaum, and J. Köppel, "Social implications of siting wind energy in a disadvantage region - The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 58, 2016.
- [6] E. Zarate, R. Patiño, and J. Fraga, "Justice, social exclusion and indigenous opposition: A case study of wind energy development on the Isthmus of Tehuantepec, Mexico". *Energy Research & Social Science*, vol. 54, 2019.
- [7] G. Alcalá, M. Rivero, and S. Cuevas, "Effect of the magnetic field orientation on the damping of liquid metal free Surface waves in the processing of materials". *Applied Thermal*, vol. 75, 2015.
- [8] R. Best, J. M. Aceves, J. M. Islas, F. L. Manzini, I. Pilatowsky, I. Scoccia, and M. Motta, "Solar Coo-

- ling in the food industry in Mexico: A case study". *Applied Thermal*, vol. 50, 2013.
- [9] C. Ramírez, J. Andaverde, G. Alcalá, F. Velasco, and D. López, "A Review of the Techniques Used to Reduce the Thermal Load of Buildings in Mexico's Warm Climate". *Chemical Engineering Transactions*, vol. 81, 2020.
- [10] Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). *Presas 2009*. Recuperado de: <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/agua/presas.aspx?tema=T>
- [11] Secretaría de Energía (2020). *Sistema de Información Energética*. Recuperado de: <http://sie.energia.gob.mx>
- [12] Y. Cancino, E. Villicaña, A. J. Gutiérrez, and J. Xiberta, "Electricity sector in Mexico: Current status. Contribution of renewable energy sources". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 14, 2010.
- [13] A. J. Perea, G. Alcalá, and Q. Hernández, "Seasonal Wind Energy Characterization in the Gulf of Mexico". *Energies*, vol. 13, 2019.
- [14] C. A. Ramirez, G. Alcala, J. A. Andaverde, M. D. Cardona, and D. Colorado, "Impact of the Thermal Load for a Library Model in a Rural Region of Tropical Climate in Mexico". *Chemical Engineering Transactions*, vol. 70, 2018.
- [15] D. Seifried, L. Fernández, and A. Ramírez, "Transforming the National Autonomous University of Mexico (UNAM) Into a Lighthouse - Project of Sustainability". *Energy Procedia*, vol. 57, 2014.
- [16] Y. Cancino, A. Gutiérrez, and J. Xiberta, "Current state of wind energy in Mexico, achievements and perspectives". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 15, 2011.
- [17] Q. Hernández, A. J. Perea, and F. Manzano, "Wind energy research in Mexico". *Renewable Energy*, vol. 123, 2018.
- [18] G. Hiriart, and L. C. Gutiérrez, "Main aspects of geothermal energy in Mexico". *Geothermics*, vol. 32, 2003.
- [19] J. A. Andaverde, J. Wong, Y. Vargas, and M. Robles, "A practical method for determining the rheology of drilling fluid". *Journal of Petroleum Science and Engineering*, vol. 180, 2019.
- [20] J. A. Wong, E. Santoyo, and J. Andaverde, "A 3-D wellbore simulator (WELLTHER SIM) to determine the thermal diffusivity of rock-formations". *Computers & Geosciences*, vol. 103, 2017.
- [21] C. Arancibia, R. Peón, D. Riveros, J. J. Quiñones, R. E. Cabanillas, and C. A. Estrada, "Beam solar irradiation assessment for Sonora, Mexico". *Energy Procedia*, vol. 49, 2014.
- [22] Asociación Mexicana de Energía Eólica (2018). *Parques eólicos en México*. Recuperado de: <https://amdee.org/mapas-eolicos.html>
- [23] Q. Hernandez, J. Garrido, F. Rueda, G. Alcalá, and A. J. Perea, "Wind Power Cogeneration to Reduce Peak Electricity Demand in Mexican States Along the Gulf of Mexico". *Energies*, vol. 12, 2019.
- [24] M. Carrasco, D. Rivas, M. Orozco, and O. Sánchez, "An assessment of wind power potential along the coast of Tamaulipas, northeastern Mexico". *Renewable Energy*, vol. 78, 2015.
- [25] Acciona Energía (2020). *Parque eólico Eurus*. Recuperado de: <https://www.accionamx.com/proyectos/energia/eolica/parque-eolico-eurus>