México y su transición energética: un cambio en pro de la energía Renovable

Mexico and its energy transition: a change in pro of renewable energy

<https://doi.org/10.17981/ladee.01.01.2020.3>

Fecha de Recibido: 29/08/2020 Fecha de Aceptado: 14/10/2020

Alejandra Yareth Fragoso-Altamirano

Instituto Tecnológico de Tlalnepantla ITTLA. México, D.F. (México)

alejandrafragosoaltamirano@gmail.com

Para citar este artículo:

A. Fragoso-Altamirano, “México y su transición energética: un cambio en pro de la energía Renovable”, *LADEE*, vol. 1, no. 1, pp. 26–42, 2020. <https://doi.org/10.17981/ladee.01.01.2020.3>

Resumen— Este estudio da una vista del panorama energético de México y su transición energética a través de 3 comparativas de escenarios de potencial de capacidad y generación para las energías renovables; El 1º dado por el potencial de generación categorizado en Probado, Probable y Posible emitido por Secretaría de Energía (SENER) ; el 2º existen 4 escenarios dados por las zonas o sitios de alto potencial para proyectos de generación de energía limpia considerando, o no, la Red Nacional de Transmisión 2018 respecto a 2016 y por último el escenario marcado por el Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE) para modelar la expansión óptima de la Red de Transmisión comparando 2018-2032 respecto a 2019-2032. Las comparativas realizadas nos permiten decir que México es un país rico en recursos con altas zonas de potencial energético siendo la energía fotovoltaica la de mayor evolución en energía renovable denotándose en su potencial de capacidad y generación. Las comparativas del PIIRCE nos llevó a comprobar el hecho de que México no lograra el objetivo establecido bajo el Acuerdo de Copenhague el cual pretendía reducir emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) hasta en un 30% para 2020. Un México que aumente considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas es fundamental para un México del mañana.

Palabras clave— Comparativa; energía renovable; energía eléctrica; eficiencia energética; potencial energético; transición energética; México.

Abstract— This study gives a view of the energy panorama of Mexico and its energy transition through 3 comparative scenarios of capacity and generation potential for renewable energies; The 1st given by the generation potential categorized as Proven, Probable and Possible issued by the Secretary of Energy ;on the 2nd there are 4 scenarios given by the areas or sites with high potential for clean energy generation projects, considering, or not, the 2018 National Transmission Network compared to 2016 and finally the scenario set by the Indicative Program for Installation and Removal of Electrical Centrals (PIIRCE) to model the optimal expansion of the Transmission Network comparing 2018-2032 with respect to 2019-2032. The comparisons made allow us to say that Mexico is a country rich in resources with high areas of energy potential, with photovoltaic energy being the one with the greatest evolution in renewable energy, denoting its capacity and generation potential. The PIIRCE comparisons led us to verify the fact that Mexico did not achieve the objective established under the Copenhagen Accord which sought to reduce Greenhouses Gases (GHG) emissions by up to 30% by 2020. A Mexico that considerably increases the proportion of renewable energy in the set of energy source of renewable energy in the set of energy sources is essential for a Mexico or tomorrow.

Keywords— Comparative; renewable energy; electric energy; energy efficiency; energy transition; energy potential; Mexico.

I. INTRODUCCIÓN

Las energías renovables y la eficiencia energética son, junto con la electrificación de usos finales, elementos clave para lograr una transición energética satisfactoria y para reducir las emisiones de CO₂ relacionadas con la energía [1]. En México esto desempeña un papel importante en las Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC), estas últimas constituyendo los esfuerzos para cumplir con el objetivo global de reducción de GEI para reducir la temperatura del planeta por encima de los 2°C de países que forman parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMMUCC) [2].

La investigación sobre energía renovable es una preocupación constante dentro de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2030, acontecimientos recientes como la pandemia SARS-CoV-2 (COVID-19) han reavivado el interés en el acceso a la energía pues como dice la referencia [3] “La falta de acceso a la energía puede obstaculizar los esfuerzos por contener la COVID-19 en muchas partes del mundo. Los servicios energéticos son clave para prevenir las enfermedades y luchar contra la pandemia; desde proporcionar suministro eléctrico a los establecimientos sanitarios y agua limpia para una higiene esencial, hasta permitir las comunicaciones y los servicios de las Tecnologías de la Información (TI) que conectan a las personas manteniendo el distanciamiento social”.

La pandemia SARS-CoV-2 (COVID-19) ha cambiado el panorama global. Los negocios habituales ya no existen y las organizaciones tienen que adaptar la forma en que realizan su trabajo [4]. La evidencia reciente sugiere el papel fundamental que desempeña la energía en la lucha contra la pandemia [4]. Esto en un momento crucial, en el que permanecer en casa es una de las principales recomendaciones.

Nuestras acciones colectivas durante la crisis pueden respaldar las mejoras continuas en el acceso a la energía para una recuperación económica más sostenible, crear resiliencia frente a futuras pandemias y ayudar a cumplir los Objetivos de Desarrollo Sostenible de las Naciones Unidas para 2030 [4]. Avanzar rápidamente con soluciones energéticas modernas no solo empoderará a las clínicas, empresas de servicios públicos, empresas privadas y ciudadanos para mitigar los impactos de COVID-19 en el plazo inmediato, también allanarán el camino para una infraestructura energética sostenible en el futuro. Invertir en todas las opciones de suministro (expansión de la red, mini-redes y energía solar fuera de la red) será fundamental para el día siguiente [4].

La transición energética tiene diferentes alcances y límites en cada país; pudiendo ser distinta a través de diferentes tecnologías, escalas y modelos socio-técnicos, los cuales tienen diversos efectos políticos, sociales, económicos y ambientales [5]. Afortunadamente, hay una variedad de opciones de políticas disponibles, todas las cuales se han implementado de alguna forma, para estimular las ganancias de eficiencia y proporcionar la base para una acción más efectiva [6].

En 2016 se desarrollaron esfuerzos investigativos en el país y se constituyeron leyes y reglamentos, derivados de la Reforma Energética que buscaban promover el uso de fuentes renovables de energía, e ilustrar el beneficio económico potencial de los proyectos de energía limpia para que los inversionistas los identificaran [7].

Sin embargo, vale preguntarse si ¿México va por buen camino en la transición hacia las energías renovables? Por lo que es necesario comprender qué está haciendo México para cumplir los compromisos internacionales suscritos para modificar su matriz energética y reducir la emisión de GEI.

Este estudio tiene objetivo explorar el tema de energía renovable, eficiencia energética y su transición en el marco nacional, para dar a conocer las grandes potencialidades que existen en el país, podría reavivar el interés por las energías renovables. En este caso se revisa la investigación del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN). El PRODESEN incluye la planificación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), en el que se discuten las actividades de generación, transmisión y distribución; de los periodos 2018-2032 y 2019-2033, y las perspectivas de las fuentes Energías Renovables en el periodo 2018-2019. México| Climate Action Tracker, BROWN TO GREEN| THE G20 TRANSITION TOWARDS A NET-ZERO EMISSIONS ECONOMY| REPORT 2019 este último haciéndole énfasis en México.

La cuestión clave planteada en esta investigación es el comparativo de 3 perspectivas de escenarios de potencial de capacidad y generación para las energías renovables; el 1° dado por el potencial de generación categorizado en Probado, Probable y Posible emitido por la SENER, el 2° el cual se basa en 4 escenarios dados por las zonas o sitios de alto potencial para proyectos de generación de energía limpia considerando, o no, la Red Nacional de Transición 2018 respecto a 2016 y por último el escenario marcado por el PIIRCE para modelar la expansión óptima de la Red de Transmisión comparando 2018-2032 respecto a 2019-2032.

Este estudio proporciona una gran oportunidad para observar de manera gráfica los escenarios de un antes, un durante y un después de la implementación de energía renovable.

A lo largo de este documento, el panorama energético así como la transición energética hacen referencia a la suma de esfuerzos, recursos, instrumentos y políticas para llegar a la transición a emisiones neta-Zero 2050 antes de la administración actual y la pandemia.

La siguiente sección propone resaltar el panorama energético general que ocurre en México y mencionar algunos proyectos que aún permanecen en pie a pesar del panorama actual. Continuando a esto se introduce al sector energético renovable de México y algunos resultados al ocupar energías limpias dentro del país. En esta parte del estudio se hace hincapié en sus compromisos internacionales adquiridos en los mecanismos y políticas para promover las energías renovables, siguiendo así con los panoramas de zonas con alto potencial para energía renovable en México obteniendo 4 escenarios posibles de acuerdo a la Red Nacional de Transmisión. La última sección del documento nos permite observar los resultados del PIIRCE delimitándose hasta 2032 con 2 inicios de comparativa; 2018 y 2019. En uno se observa un aumento constante atreves de los años hasta llegar a 2032 reflejando los Proyectos de Centrales Eléctricas que se incorporarían al SEN basado en las referencias de planeación, la información del Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión (PAMRNT) y Redes Generales de Distribución del Mercado Eléctrico Mayorista (PAMRGD) los cuales se incluyen en el PRODESEN 2018-2032 en contraste con el panorama de PRODESEN 2019-2033.

A pesar de que sería interesante examinar en más detalle el panorama de 2020 para las acciones energéticas post pandemia, la información nacional actualizada es escasa.

A. Panorama Energético de México

La electricidad es un servicio público indispensable, que requiere eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sostenibilidad del Sistema Eléctrico [8]. Para reducir significativamente las emisiones regionales y nacionales las fuentes renovables, la eficiencia energética y la electrificación son un eje de acción claro [9].

México gracias a su contexto macro económico ocupó el puesto 48 dentro de las economías más competitivas según lo publicado en la referencia [10]. En materia de energías limpias México ocupa la posición 25 a nivel mundial, después de Finlandia y antes de Noruega, mientras que en América Latina se posiciona en el puesto 4 [11, p. 3]. La referencia [12] posiciona a México en el puesto número 106 en la obtención de electricidad dándonos una puntuación de 71.1. Sin embargo como dice IRENA en PERSPECTIVAS MUNDIALES DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES | TRANSFORMACIÓN ENERGÉTICA DE AQUÍ A 2050: “Para culminar la transición energética mundial a tiempo de evitar un cambio climático catastrófico es necesario intensificar la cooperación internacional. El objetivo es que los gobiernos y otras instituciones puedan adoptar una amplia gama de políticas ambiciosas, destinadas todas ellas a fortalecer la determinación pública y a garantizar que nadie se quede atrás” [9].

La transición para el uso de energías renovables es algo inevitable el medio ambiente demanda que se tomen medidas, pues sus consecuencias son de alto impacto [13]. Es esencial la inversión en innovación y desarrollo de tecnologías y su posterior para potenciar los recursos del país, en el camino hacia la soberanía energética [14].

Las consecuencias económicas del COVID-19 son extensas, con una influencia adversa en el desarrollo de las energías renovables. Sin embargo, una reacción inteligente puede convertir esta amenaza en una gran oportunidad. La reciente reducción del precio del petróleo y la imprevisibilidad de los rendimientos de la inversión en combustibles fósiles podrían fortalecer aún más las empresas de energía renovable. Las fluctuaciones en los mercados de petróleo y gas podrían atenuar aún más la viabilidad de los recursos de combustibles fósiles y poner en peligro los contratos a largo plazo de petróleo y gas [15]. Los contornos de esta transición se ha vuelto aún más incierto por el gemelo crisis de la pandemia de COVID-19 y el colapso del mercado mundial del petróleo en el primer semestre de 2020 [16].

El sector eléctrico debe incrementar la explotación de fuentes de energía limpia hacia un aprovechamiento sostenible de los recursos energéticos que contribuyan más a la generación eléctrica [14]. De acuerdo a la política energética publicada en PRODESEN 2019-2033 y en el Primer Informe de Labores de la SENER (1 de septiembre de 2019), para rescatar el sector energético es indispensable el desarrollo científico-tecnológico, así como la ingeniería y la industria nacional en el camino hacia la industrialización energética y para aumentar el aporte nacional de la proveeduría de la industria [14].

Históricamente, las emisiones de México han aumentado desde 1990. Las emisiones de GEI se han desplazado constantemente de la agricultura y LULUCF (Uso de la Tierra, Cambio de Uso de Tierra y Silvicultura, por sus siglas en inglés) hacia las emisiones relacionadas con la energía. En 2015 su participación había sido del 13%. Durante el mismo período, las emisiones relacionadas con la energía aumentaron sustancialmente, en casi un 40% [17]. México necesitará implementar políticas adicionales para alcanzar los objetivos propuestos de

NDC (Contribuciones determinadas a Nivel Nacional, por sus siglas en inglés): aunque México ha emprendido una considerable planificación de políticas de cambio climático y creación de instituciones en los últimos años, las decisiones de la nueva administración de México invierte el progreso hacia la implementación de políticas de cambio climático [17].

Entre los principios de la Política Energética Nacional que se quieren implementar entre 2019-2024 se reconoce la necesidad de mejorar los procesos productivos para lograr reducir la demanda de combustibles fósiles y sus emisiones contaminantes [14]. Una de las metas del gobierno mexicano apunta al 50% de la electricidad producida por fuentes de energía limpia para la mitad del siglo. Por lo que, para 2024 debería de generar el 35% de la electricidad a partir de fuentes de energía limpia. Sin embargo, este escenario es complicado pues el país no tiene la inversión que promueva esa transición [13]. Bajo el Acuerdo de Copenhague, México estableció como objetivo reducir en un 30% sus emisiones de GEI para 2020 respecto al escenario de negocios habituales (BAU) (lo que equivale al 46% por encima de los niveles de 1990, excluyendo LULUCF), sujeto a la provisión de apoyo financiero y tecnológico adecuado de los países desarrollados como parte de un acuerdo global «. El ex presidente Felipe Calderón aprovechó la Conferencia de las Partes de Copenhague (COP) de la CMNUCC en 2019 para anunciar este objetivo. No se prevé que las políticas implementadas actualmente cumplan con el objetivo 2020 [17]. Según la referencia [17] estimaciones de las proyecciones de las proyecciones de políticas actuales refleja que es muy poco probable que México logre su promesa de 2020.

En diciembre de 2018, la nueva administración publicó el presupuesto nacional para 2019, que favorecía la generación de electricidad con combustibles fósiles sobre las energías renovables [18]. La mayor parte del presupuesto asignado a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) se invertirá en la “modernización” de las centrales eléctricas de carbón, diésel, petróleo y gas, algunas de las cuales la administración anterior en su plan de electricidad a largo plazo había planeado retirar [17].

Dentro del sector energético el actual gobierno destacó la necesidad de lograr la seguridad energética para reemplazar las importaciones de petróleo y gas de los Estados Unidos. Para lograr esto, el presidente propuso cambios sectoriales que incluyen fomentar la extracción nacional de petróleo y gas, construir una nueva refinería, remodelar las antiguas y aumentar la producción de electricidad [17]. Para aumentar la producción de electricidad, propone tres acciones: 1) Aumentar el factor de carga de las centrales hidroeléctricas; 2) Evitar la retirada prevista de las centrales térmicas (combustibles fósiles) (convirtiendo las antiguas en cogeneración y todas las unidades de más de 150 MW en gas CC); y 3) Crear programas para fomentar la transición energética a ER: energía solar fotovoltaica, eólica e hidráulica [17]. Algunas de estas propuestas ahora se están materializando, pero queda poco de la tercera promesa de fomentar las transiciones de energía hacia fuentes de energía renovables [17].

La decisión de favorecer la generación de combustibles fósiles sobre las energías renovables ahora coloca a México en un camino que es aún más inconsistente con los pasos necesarios para alcanzar el límite de 1.5 °C del Acuerdo de París. Sus planes para el sector eléctrico, especialmente la decisión de invertir en carbón, contrastan con lo que se requiere para alcanzar el límite de 1,5 °C. El Acuerdo de París significa que no hay nuevas plantas de carbón, reduciendo las emisiones de la flota de carbón existente en todo el mundo en dos tercios durante 2020-2030 y en cero en 2050. Las recientes decisiones del gobierno mexicano también ponen en tela de juicio si logrará sus objetivos de energía limpia y su objetivo de mitigación enunciado como parte de su compromiso del Acuerdo de París [17].

Estas decisiones del gobierno mexicano ponen en tela de juicio si México logrará sus objetivos de energía limpia y sus compromisos internacionales en virtud del Acuerdo de París. Mientras que en el Plan Nacional de Desarrollo para el Sector Eléctrico 2019-2024 [8], la proporción de electricidad de energía limpia en 2024 es del 35,1%, marginalmente por encima del objetivo del 35%, el plan no presenta detalles concretos de cómo esta energía limpia El objetivo podría lograrse.

Si en cambio para empresas como Engie, México es un nicho de oportunidades, lo que se evidencia en su inversión de 1000 millones de dólares en la construcción de plantas de generación renovable para 2020, y 1000 millones de dólares adicionales para 2021 de [13].

II. EL SECTOR ENERGÉTICO RENOVABLE EN MÉXICO

México se beneficia de sus condiciones geográficas y climáticas pues gracias a ellas tiene un amplio portafolio de las Energías Limpias tales como: la radiación solar, los océanos, los mares, los ríos, los yacimientos geotérmicos, el metano y otros gases asociados a residuos sólidos u orgánicos, la energía por cogeneración eficiente y la energía nuclear [19].

La electricidad es esencial para el desarrollo de las actividades productivas, de transformación y servicios en México [19]. En la República Mexicana (Fig. 1 y Fig. 2), la electricidad es el segundo portador de energía más consumido a nivel nacional representando un 17.6% del consumo final de energía nacional, el 34.4% del consumo final del sector residencial, comercial y público, el 33.4% del consumo de la industria, y el 22.6% del consumo del sector agropecuario [19].

^{1/}Toma en cuenta GLP, gasolinas y naftas, querosenos, diésel y combustóleo. ^{2/}Considera leña, bagazo de caña y solar. ^{3/}Considera coque de carbón y petróleo. Fuente: Elaborado por la SENER con datos preliminares de 2016, Sistema de Información Energética (SIE).

Fig. 1. Consumo energético por combustible.
Fuente: [19].

Fuente: Elaborado por la SENER con información preliminar de 2016, Sistema de Información Energética (SIE).

Fig. 2. Participación de la electricidad en el consumo final de energía por sector.
Fuente: [19].

Para fomentar el desarrollo de las energías renovables en la planificación del sector energético, y reducir la dependencia nacional de los combustibles fósiles como fuente primaria, es necesario cumplir las metas de corto y mediano plazo fijadas en La Ley de Transición Energética que establece que “la Secretaría de Energía fija como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 25% para el año 2018, del 30% para 2021 y del 35% para 2024” [20]. En el primer semestre de 2018, la implementación de la Reforma Energética México dio como resultados la generación de 167,893.15 GWh, equivalente al 24.12% de las energías limpias incrementando en 7224.75 GWh (un aumento del 21.71%) la generación comparado con el mismo semestre del año anterior (Fig. 3), e incrementando en 2550.42 MW (un aumento del 11.84% respecto al año 2017) la capacidad de generación [21] (Fig. 3).

Fig. 3. Comparativa de generación de energía 2017-2018.
Fuente: [21].

Los incrementos (Fig. 4 y Fig. 5) se asocian a la instalación de nuevos sistemas de cogeneración eficiente pues dio el aumento de 2,404 GWh ,a la generación de las plantas hidroeléctricas con un adicional de 2,315.43GWh. A su vez la energía fotovoltaica y eólica incrementaron en 931 GWh y 999GWh respectivamente, siendo la energía geotérmica la más baja [21].

Fig. 4. Crecimiento en Capacidad instalada en Energía Limpia. Comparativo primer semestre 2017-2018.
Fuente: [21].

Fig. 5. Crecimiento en Generación en Energía Limpia .Comparativo primer semestre 2017-2018.
Fuente: [21].

La implementación de los mecanismos y políticas de fomentos de políticas para las energías renovables permitieron el incremento de la capacidad e instalación de las energías renovables en 2018 resultando en que la energía fotovoltaica alcanzara los 1,646.55 MW, la energía eólica con 425 MW y siendo la de mayor contribución de capacidad y generación la cogeneración eficiente con la generación de 2,550.41 MW [21].

Según la referencia [19] si la expansión del SEN fuera proyectado hasta el año 2032, como la Fig. 6 nos permite apreciar, la generación eléctrica estimada sería equivalente a 484,788GWh. Para avanzar en el cumplimiento de los compromisos internacionales suscritos por México es necesario modificar la matriz energética reduciendo las fuentes de energías convencionales hasta el 60%, y aumentando las Energías Limpias hasta el 40%.

A. TC: Termoelectrica Convencional, CI: Combustion Interna y TG: Turbogas

Fig. 6. Evolución de la generación de energía eléctrica 2018-2032 (Terawatt-hora).
Fuente: [19].

III. MARCO NORMATIVO Y DE POLÍTICAS DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO

A. Políticas de energías renovables en México

Teniendo como base la integración de México a compromisos internacionales como el CMNUCC, El protocolo de Kioto, El acuerdo de París, La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, y el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, que se enfocan en adoptar medidas de mitigación del cambio climático, reducir las concentraciones atmosféricas de GEI, asegurar el acceso al agua y la energía, así como evaluar la información científica en materia de cambio climático y su potencial de impactos ambientales y socioeconómicos [8]. En 2012, México fue uno de los países que suscribió y aprobó la legislación integral sobre cambio climático para guiar la política nacional. La legislación incluye una ley general y un programa con una estrategia nacional especial sobre cambio climático enfocada a la mitigación, la adaptación y los arreglos constitucionales (Tabla I, Tabla II y Tabla III). Esta legislación se enfoca en garantizar el derecho a un medioambiente sano, estableciendo los objetivos de reducción de GEI para 2020 y 2050 [22].

Para abordar la mitigación es clave apoyar las nuevas leyes que buscan una planificación más adecuada del crecimiento del sistema de generación eléctrica que incluya el desarrollo acelerado de proyectos de energía limpias en el SEN [7] (Tabla I).

TABLA I.

MARCO LEGAL DE LA PARTICIPACIÓN DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

Planes	Estrategias	Programas	Lineamientos y Normas
<ul style="list-style-type: none">Plan Nacional de Desarrollo.	<ul style="list-style-type: none">Estrategia Nacional de Cambio Climático.Estrategia de Transición para promover el uso de Tecnologías y Combustibles más limpios.	<ul style="list-style-type: none">Programa Sectorial de Energía.Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (2014-2018).Programa Especial de la Transición Energética.Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018.Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional.	<ul style="list-style-type: none">Linemientos que establecen los criterios para el otorgamiento de CELs y los requisitos para su adquisición.Establecimiento de criterios normativos de Energías Limpias, Eficiencia Energética, Cogeneración Eficiente, Sistemas de generación limpia distribuida, Emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero.Bases del mercado Eléctrico.Acuerdos voluntarios para reducir la intensidad energética en sectores productivos con consumos significativos.

Fuente: [7].

Dentro de esta legislación en México se encuentra la Reforma Energética la cual establece las bases para la modernización y transformación del sector energético nacional [23]. La implementación de la reforma y las metas de la Ley de Transición Energética, promovió el desarrollo de políticas públicas que permitirán el incremento de la implementación de más proyectos de energías limpias [21] (Tabla I y Tabla II). Como resultado, la planificación del SEN [24] que incluye los sistemas de generación, transmisión, distribución y comercialización eléctrica, se desarrolla en coordinación de la SENER [8]. La Comisión Reguladora de Energía implementan los lineamientos para las autorizaciones, permisos y los criterios correspondientes, para que éstos sean congruentes con la política energética nacional [8].

TABLA II.

MECANISMOS Y POLÍTICAS DE FOMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES.

Constitución Política de los Estados Mexicanos	Leyes	Reglamentos
<ul style="list-style-type: none">Artículo 4.Artículo 25.Artículo 27.Artículo 28.	<ul style="list-style-type: none">Ley de Planeación.Ley de Órganos Reguladores coordinados en materia Energética.Ley General de Cambio Climáticos.Ley de la Industria Eléctrica.Ley de la Comisión Federal de Electricidad.Ley de Transición Energética.Ley de Energía Geotérmica.Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.	<ul style="list-style-type: none">Reglamento de la Ley de la Industria Eléctrica.Reglamento de la Ley de la Ley de la Comisión Federal de Electricidad.Reglamento de la Ley de Transición Energética.Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica.Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos.

Fuente: [7].

Dentro de los mecanismos de fomento de energías renovables (Tabla III) se encuentra PRODESEN este proporciona la planificación del SEN y reúne a su vez los elementos relevantes del PIIRCE, el PAMRNT y del PAMRGD de manera anual y proyectados a 15 años [19].

TABLA III.

INSTRUMENTOS DE POLÍTICA ENERGÉTICA DE FOMENTO DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES.

INSTRUMENTOS
Fondo para la Transición Energética y Aprovechamiento Sustentable de la Energía.
Fondo de Servicio Universal Eléctrico.
Subastas Eléctricas de mediano y largo plazo.
Redes Eléctricas Inteligentes.
Certificados de Energías Limpias.
Inventario Nacional de las Energías Limpias (INEL) y Atlas de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL).
Energías Renovables en Línea (ENRELmx).
Plataforma Informática en Materia de Generación Distribuida

Fuente: Elaborado por el autor basado en la información de [26].

Los instrumentos desarrollados en México (Tabla III) en 2016 incluye la primera versión de AZEL que identifica las áreas con alto potencial de energías renovables disponibles, evaluándose el potencial de generación eléctrica con fuentes de energía solar, eólica, geotérmica y de biomasa en México [25].

IV. RECURSOS RENOVABLES EN EL SISTEMA ELÉCTRICO DE MÉXICO

A. Panorama de zonas con alto potencial para energía renovable

El SEN se conforma por cuatro sistemas eléctricos aislados: 1) Sistema Interconectado Nacional (SIN, gran red eléctrica del país); 2) Sistema Eléctrico de Baja California (BC); 3) Sistema Eléctrico Baja California Sur (BCS); y 4) Sistema Eléctrico Mulegé (SEM) [19]. Una particularidad es que las tres regiones de control de Baja California, Baja California Sur y Mulegé, operan eléctricamente aisladas del resto de la red eléctrica [19].

El SEN incluye 10 regiones de control (Fig. 7), 7 de las cuales están interconectadas y conforman el SIN [19]. Localizados en Ciudad México, Puebla, Guadalajara, Mérida, Hermosillo, Gómez Palacio, Monterrey, Mexicali y La Paz, y un pequeño centro de control en Santa Rosalía (Baja California Sur), para el Sistema Mulegé. Por otra parte, el Centro Nacional localizado en Ciudad de México con un Centro Nacional de respaldo en Puebla coordina la operación segura y confiable del SEN y el Mercado Eléctrico Mayorista [8].

Fig. 7. Regiones del sistema eléctrico nacional.
Fuente: [8].

Como resultado de aplicar AZEL, que agrupa las 10 regiones de control del país hay mapas del área disponible (km²), la capacidad instalable (en MW), el potencial de generación eléctrica (en GWh/a), y el potencial de reducción de emisiones de CO² (en Mt/a) [25]. Otro resultado de los instrumentos son 4 escenarios (Fig. 8). los escenarios identifican áreas con un potencial alto para desarrollar proyectos de energía limpia [25] (Fig. 8):

Fig. 8. Zonas o sitios de alto potencial para el desarrollo de proyectos de generación limpia.
Fuente: [25].

Escenario 1: No considera distancias a la Red Nacional de Transmisión

Escenario 2: Considerando una distancia media de 20 km a la red Nacional de Transmisión.

Escenario 3: Considerando 2 km de distancia a la Red Nacional de Transmisión para energía solar y 10 km de distancia para otras fuentes renovables.

Escenario 4: A más de 20 km de la Red Nacional de Transmisión.

Como se observa en la Fig. 8 la energía con mayor potencial aprovechable según las restricciones territoriales y los resultados de capacidad instalable, potencial de generación eléctrica y cantidad de emisiones evitables de CO₂ fue la energía de solar fijo abarcando así un 45% entre todos los escenarios, la solar de seguimiento le siguió con un 32% y la Eólica con un 23%.

En el escenario 1,2 y 4 (Fig. 8) se puede apreciar que la energía solar fija seguida de la solar de seguimiento tiene un mayor potencial aprovechable, aun y con la restricción territorial. Por otro lado, tenemos que, en el tercer escenario, el cual identifica zonas o sitios cercanos de 20 km para la energía solar y 10 km para las demás energías, la energía eólica es la más alta en los 3 rubros que divide el escenario. La energía solar y la energía eólica son las más destacables según el AZEL.

1) Evolución de la energía solar

La mayor parte del país cuenta con una zona de alta calidad solar (Fig. 9). Estados como Chihuahua, Sonora, Durango y Baja California es considerado de los territorios más iluminados del mundo [27]. México ocupa el tercer lugar de los 5 países que reciben mayor radiación solar en el mundo al estar ubicado en el área conocida como Cinturón solar [27]. En 2018 se incrementó 5 veces (931.09 GWh) la electricidad fotovoltaica en comparación con la generada en el 1er semestre de 2017, esto como resultado de la entrada en operación de las fases iniciales de los proyectos ganadores de las Subastas de Largo Plazo y los proyectos legados, en las cuales se instalaron cerca de 1,2000 MW de generación de potencia fotovoltaica [21]. En 2019 la generación fotovoltaica aumento en un 62% comparado con el 2018.

Fig. 9. Zona con alta calidad solar.
Fuente: [25].

2) Evolución de energía eólica

En México, la energía eólica contribuye con cerca del 6% de la energía que requiere al país. El estado de Oaxaca es el que más energía Eólica genera al contar con 1500 turbinas en operación [28]. En la Fig. 10 podemos apreciar las zonas con alta calidad eólica de la República Mexicana.

Para 2018 existían 2,447 Aerogeneradores en operación en México así como 4,935 MW operando [29]. En este año se aumentó la capacidad instalada en 10.78% en comparación con el primer semestre de 2017, mientras que la generación de electricidad eólica a en el primer semestre de 2018 aumentó en 19.60% comparado con el mismo periodo de 2017 [21].

Fig. 10. Zona con alta calidad eólica.
Fuente: [25].

3) Evolución de la Energía Geotérmica

México se encuentra entre los 6 países con mayor capacidad geo termoeléctrica instalada [30]. Algunos campos en explotación de acuerdo a el Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica: el Cerro Prieto ,Baja California con 4,100 GWh en generación y 570 MWe en capacidad instalada, Los Azufres, Michoacán con 248 MWe en capacidad instalada y 1,550 en generación, Los Humeros, Puebla con 94 MWe de capacidad instalada y 340 GWh de generación, Las Tres Vírgenes, Baja California Sur con 55 GWh de generación y 10 MWe de capacidad instalada y Domo San Pedro, Nayarit también con 10MWe de capacidad instalada [30] (Fig. 11).

Fig. 11. Zonas con alta calidad geotérmica.
Fuente: [25].

4) Evolución de la Energía Hidroeléctrica

La generación hidroeléctrica es muy vulnerable al clima y hace presente el ser necesario encontrar fuente alternativas renovables que permitan un mayor soporte energético. En 2018 se incrementó la generación eléctrica de fuentes hídricas en 15.44% (2,315.43 GWh) gracias al aumento de las precipitaciones [21]. La capacidad instalada se concentra principalmente en las cuencas del Lerma Santiago (la cual la integran los estados de Guanajuato, Querétaro , Jalisco y Michoacán), cuenca Grijalva-Usumacinta (comprendido por los estados de Tabasco, Chiapas

y pequeñas porciones de Campeche) y Depresión de Balsas (abarca los estados de Jalisco, Michoacán, México, Guerrero, Morelos, Tlaxcala, Oaxaca y Puebla) [31].

En la Fig. 12 se puede observar las zonas con potencial hidroeléctrico en la República Mexicana.

Fig. 12. Zonas con potencial Hidroeléctrico.
Fuente: [32].

V. ESCENARIOS

A. Escenarios de potencial de generación

Para la primera comparativa ocupamos la información que brinda el instrumento INEL de localización de recursos potenciales para la generación de energía eléctrica. Este instrumento permite la identificación del potencial de generación eléctrica, el área factible y los proyectos en desarrollo o con permiso para su desarrollo [26]. Estos potenciales de generación que arroja se clasifican por tipo potencial de generación; probado, probable y posible, en cada caso se usan criterios como: estudios técnicos, económicos, de factibilidad, estudios de campo con presencia de recursos pero sin factibilidad técnica y económica de explotación, y el potencial teórico de las fuentes renovables que carezcan de estudios de factibilidad, impactos económicos, ambientales y sociales [26]. Estos estudios permiten observar el crecimiento de México desde 2016 hasta 2018, resultando en lo siguiente:

Fig. 13. Potencial de Generación eléctrica con energías renovables en México, 2016.
Fuente: [7].

Fig. 14. Potencial de Generación eléctrica con energías renovable en México.
Fuente: [26].

Realizando el primer comparativo (Fig. 13 y Fig. 14) podemos observar que la clasificación con mayor modificación de 2018 respecto a 2016 es el Probado, el cual delimita estudios técnicos, económicos y su comprobante de factibilidad de aprovechamiento, siendo la energía solar con la de mayor diferencia (8,701 GWh) y la energía Eólica (5,299 GWh).

Por su parte, el incremento entre 2016 y 2018 de los clasificados como probable, que considera la presencia de recursos sin evaluar la factibilidad económica ni técnica para explotarlos, solo aumentaron la Biomasa (289 GWh) y la oceánica (1,057 GWh).

El mejor comportamiento para el desarrollo de proyectos es el probado pues este cuenta con los estudios técnicos, económicos y un punto muy importante que es el comprobante de factibilidad de aprovechamiento pues en este permite observar los alcances de los recursos para su posterior uso.

B. Escenarios de potenciales de capacidad y generación para las energías renovables

En la segunda comparativa ocupamos los cuatro escenarios de AZEL que son creados para el corto, mediano y largo plazo y que consideran las restricciones tecnológicas, sociales y ambientales. Estos resultan entonces en un concentrado que abarca la energía solar fijo, solar seguimiento, eólica, geotérmica y biomasa [25]. Nosotros comparamos los escenarios 2018 respecto a 2016 quedando entonces de la siguiente forma:

1) Escenarios 2016

Fig. 15. Escenarios 2016 de potenciales de generación y capacidad instalada para energías renovables (MW, GWh/año).
Fuente: [7].

2) Escenarios 2018

Fig. 16. Escenarios 2018 de potenciales de capacidad instalada y generación para energías renovables (M, GWh/año).
Fuente: [26].

El segundo comparativo, el cual cubre la capacidad instalada y el potencial de generación en las energías antes mencionadas, arroja que para 2016 (Fig. 15) en los escenarios de AZEL (que están delimitados por zonas con alto potencial para desarrollar proyectos de generación eléctrica considerando, o no, la Red General de Transmisión) el primer, segundo y cuarto escenario la energía solar fijo cubre en promedio un 42% de ocupación en cada uno. El escenario 1 (que no considera la distancia a las Redes de Transmisión) es el que mayor potencial de generación y capacidad instalada probable proyecta en este año, teniendo un total de 1, 495, 780 GWh/año y 584,471 MW respectivamente siguiéndole el escenario 2 (que considera una distancia menor o igual a 20 km de las Redes Generales de Transmisión) con una capacidad de generación instalada de 291,879 MW y un potencial de generación eléctrica de 752,109 GWh/año.

Por otro lado, a pesar de que el escenario 3 (que considera la una distancia menor o igual a 10 km de las Redes Generales de Transmisión), tiene la menor cantidad de datos disponibles se identificó la energía eólica como la de mayor capacidad instalada con 158,302 MW y la de mayor potencial de instalación con 402,847 GWh/año abarcando el mejor pronóstico con un 42% para ese escenario.

Se encontró que la energía solar fija, solar de seguimiento y eólica son las de mayor ocupación proporcional se tienen en los 4 casos considerando las restricciones tecnológicas, ambientales y sociales.

En 2018 (Fig. 16) se observa que la energía solar fija y solar de seguimiento son las que mayor desarrollo en los 4 escenarios. Con un promedio de capacidad instalada de 55%. El escenario 1 (con una capacidad instalada probable de 59,745,868 MW, que representa un potencial de generación de 125,949,274 GWh/año) y el escenario 2 (con una capacidad instalada probable de 32,307,374 MW, que representa un potencial de generación de 67,891.324 GWh/año) son los de mayores índices. Por su parte en el escenario 4 (el cual considera proyectos lejanos a las Redes Generales de Transmisión >20 km) podemos observar que para la energía por Biomasa no tiene ninguno.

C. Programa Indicativo para la Instalación y Retiro de Centrales Eléctricas (PIIRCE)

Para modelar la expansión, en su punto óptimo, de la Red Nacional de Transmisión el CENACE tiene como base el PIIRCE. El PIIRCE es un programa que se desarrolla anualmente, en él se consideran los proyectos de Centrales Eléctricas que se incorporarían al SEN durante los próximos 15 años. Este considera los proyectos que minimicen los valores presentes netos de los costos totales (se especifica su capacidad, tipo de tecnología y ubicación) y el retiro indicativo de unidades de generación de potencia o Centrales Eléctricas [8].

Para el 3er comparativo se ocupó el PIIRCE con panorama 2018-2032 y 2019-2033, buscando un año coincidente escogimos el 2032.

La SENER fija una meta en la generación eléctrica de participación mínima del 25% para el ejercicio del primer año a evaluar, del 30% para el segundo y del 35% para el ejercicio tercero [8]. Para este trabajo en pro de su comparativa se presenta la información hasta el año coincidente, en este caso 2032, enfocándonos a las energías renovables relevantes.

En los casos de la energía eólica, geotérmica, termo solar, bioenergía y cogeneración eficiente se ve una disminución notable en contraste con el PIIRCE del 2018 al tener una reducción significativa. Siendo la Eólica la más alta con una reducción de 2559 MW seguida de la bioenergía con 903 MW.

Siendo las que tienen un aumento significativo la hidroeléctrica y solar fotovoltaica (Fig. 17 y Fig. 18). Se puede destacar la participación de la solar fotovoltaica con aumento de 7515 MW .

Por otro lado, contraponiendo el PIIRCE 2018 con el PIIRCE de 2019 el aumento en la solar fotovoltaica (7515 MW) como se aprecia en la Fig. 19.

Cabe resaltar que como podemos apreciar en la Fig. 17 y Fig. 18 la notable disminución de los proyectos de Centrales Eléctricas que se incorporarían en los próximos 15 años es alarmante. Pues al tener de manera más detallada cual energía se ve más atractiva a la inversión pues el hecho de ver una baja considerable en el pronóstico, el cual considera los proyectos que minimicen valores presentes netos de los costos totales y retiros indicativos de unidades de generación o Centrales Eléctricas, es alarmante ya que de la inversión en las fuentes renovables es uno de los puntos de apoyo para cumplir las metas y objetivos que se adquirieron para la reducción de GEI. Por un lado, encontramos un panorama con un aumento significativo constante a lo largo de los años hasta llegar 2032 cumplirán y en contra parte un panorama en el que el aumento inicial fue en descenso hasta 2032 para hacer pensar que el cumplimiento de las metas programadas no se lograra.

Comportamiento del PIIRCE para tecnología renovable pronóstico 2018-2032 (MW)

Fig. 17. Comportamiento del PIIRCE para tecnología renovable pronóstico 2018-2032.
Fuente: Elaborado con la información de PRODESEN 2018 -2032.

Comportamiento del PIIRCE para tecnología renovable pronóstico 2019-2032 (MW)

Fig. 18. Comportamiento del PIIRCE para tecnología renovable pronóstico 2019-2032.
Fuente: Elaborado con la información de PRODESEN 2019 -2033.

Fig. 19. Comparativo de PIIRCE 2018-2032 respecto a 2019-2032.

Fuente: Elaborado con la información de PRODESEN 2019 -2033.

VI. CONCLUSIONES

La pandemia de SARS-CoV-2 o COVID 19 ha marcado un antes y un después en la humanidad. La urgencia de sostener la meta para la energía asequible y no contaminante es un hecho y algo inevitable. El desarrollo de mecanismos, instrumentos, políticas y la aplicación de las mismas es algo que no debe quedar en el olvido. La creciente contaminación e incremento de GEI demanda a la población y al estado aumentar las medidas correspondientes para su mitigación. Aumentar significativamente la proporción de energía renovable en la matriz energética es esencial para el futuro de México.

México cuenta con áreas de alto potencial para desarrollar proyectos de energía renovable, como muestra el escenario 2016-2018. Es alarmante como la comparación entre los periodos 2019-2032 y 2018-2032 refleja una disminución significativa de proyectos de Centrales Eléctricas que deberían entrar en funcionamiento durante los próximos 15. Esto se traduce en que la inversión en estos proyectos disminuirá y con ella el objetivo del país y sus diferentes secretarías de cumplir la meta de reducción de GEI.

Ante lo anterior es reconocible que el PIIRCE haya arrojado que la energía solar fotovoltaica este en aumento y con ella la hidroeléctrica también, pero se necesita mayor esfuerzo por parte de todos para lograr la disminución de dependencia de combustibles fósiles y más en el mundo de ahora.

REFERENCIAS

- [1] UNEP, "Emissions Gap Report 2019," UN, NBO, KY, *Report 2019*, 2019. [Online]. Available: <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [2] INECC, "Contribuciones Previstas y Determinadas a Nivel Nacional (INDC) para adaptación. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático", EUM, CDMX, MX, *INDC 2016*, Jul. 23, 2020, 2016, [Online]. <https://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/contribuciones-previstas-y-determinadas-a-nivel-nacional-indc-para-adaptacion>
- [3] UN, "Objetivos de Desarrollo Sostenible. Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna", *UN.org*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/> (Consultado en Jul. 24, 2020).
- [4] SEforALL, "Respuesta de COVID-19 | Energía sostenible para todos," *SEforALL.com*. <https://www.seforall.org/covid-19-response> (Consultado en Jul. 24, 2020).
- [5] J. Villareal & C. Tornel, "La Transición Energética en México: retos y oportunidades para una política ambientalmente sustentable y socialmente inclusiva", FES, CDMX, MX, *Reporte*, 2017. Available: <http://library.fes.de/pdf-files/bueros/mexiko/13901-20171211.pdf>
- [6] ONU, "SDG Goals," *UN.org*. Available: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/goal-07/> (Consultado Jul. 24, 2020).
- [7] SENER, "Prospectiva de Energías Renovables 2016-2030", EUM, CDMX, MX, *Reporte 2016*, 2016. [Online]. Available: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/177622/Prospectiva_de_Energ_as_Renovables_2016-2030.pdf
- [8] SENER, "PRODESEN 2019-2033", EUM, CDMX, MX, *Reporte 2019*, 2019. [Online]. Available: <https://www.gob.mx/sener/articulos/prodesen-2019-2033-221654>
- [9] IRENA, "Conclusiones principales. Perspectivas Mundiales de las Energías Renovables. Transformación Energética de Aquí a 2050", IRENA, AUH, EAU, *Reporte 2020*, 2020. Available: https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2020/Apr/IRENA_GRO_2020_findings_ES.pdf?la=en&hash=C383FC272E58FC08AF6D9F43CBC282C6C62E7930

- [10] K. Schwab, “The Global Competitiveness Report 2019,” WEF, GVA, *Insight Report*, 2019. [Online]. Available: http://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- [11] B. Warren, Ed., “Renewable energy country attractiveness index,” *RECAI*, Issue 41, p. 3, May. 2014. Available: <https://www.sustenergy.org/pdf/EY-Renewable-Energy-Country-Attractiveness-Index-41-June-2014.pdf>
- [12] World Bank, *Doing Business 2019: Training for Reform*, Washington, DC: World Bank, 2019. <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-1326-9>
- [13] MIRECWEEK, “Energías renovables en México: panorama 2020”, *MIRECWEEK.com*. <https://www.mirecweek.com/es/congreso/zona-de-contenido/energias-renovables-en-mexico-panorama-2020.html> (Consultado en Jul. 28, 2020).
- [14] SENER, “Programa sectorial derivado del plan nacional de desarrollo 2019-2024”, EUM, CDMX, MX, *DOF:08/07/2020*, 2020. Disponible en https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5596374&fecha=08/07/2020
- [15] S. E. Hosseini, “An outlook on the global development of renewable and sustainable energy at the time of COVID-19,” *Energy Res. Soc. Sci.*, vol. 68, pp. 1–3, April 2020, <https://dx.doi.org/10.1016%2Fj.erss.2020.101633>
- [16] A. G. Dagnachew, A. F. Hof, P. L. Lucas & D. P. van Vuuren, “Insight into Energy Scenarios,” PBL, The Hague, *Note*, 2019. Available: https://www.pbl.nl/sites/default/files/downloads/pbl-2019-insight-into-energy-scenarios_3686.pdf
- [17] Climate Action Tracker, “Mexico|Climate Action Tracker,” *Climateactiontracker.com*, 2019. <https://climateactiontracker.org/countries/mexico/> (Consultado en Jul. 19, 2020).
- [18] A. Solís, “CFE gastará más en plantas de carbón que en centrales renovables”, in *Forbes México*, Dic. 2018. [Online]. <https://www.forbes.com.mx/en-cfe-gastara-mas-en-plantas-de-carbon-que-en-centrales-renovables/>
- [19] SENER, “PRODESEN 2018-2019,” FES, CDMX, MX, *Reporte*, 2018. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/331770/PRODESEN-2018-2032-definitiva.pdf> (Consultado Jul. 18, 2020).
- [20] SENER, Ley de transición energética, *Nueva Ley DOF*: 24/12/2015. Disponible en http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5463923&fecha=02/12/2016
- [21] SENER, “Reporte de Avance de Energías Limpias Primer Semestre 2018”, EUM, CDMX, MX, *Reporte 2018*, 2018. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/418391/RAEL_Primer_Semestre_2018.pdf
- [22] J.-C. Altamirano, K. Ross, T. Fransen, J. Martínez, E. Ortiz, J. Rissman & C. Brown, “Achieving Mexico’s Climate Goals: an Eight-Point Action Plan,” WRI, CDMX, MX, *Working Paper*, 2016. Available: <https://www.wri.org/publication/achieving-mexicos-goals>
- [23] SENER, “Resumen de la explicación de la Reforma Energética”, EUM, CDMX, MX, *Resumen ejecutivo*, 2015. Disponible en <https://www.gob.mx/sener/documentos/resumen-de-la-explicacion-de-la-reforma-energetica>
- [24] CENACE, “Programa de Ampliación y Modernización de la Red Nacional de Transmisión y Redes Generales de Distribución del Mercado Electro Mayorista. PRODESEN 2019-2033”, EUM, CDMX, MX, *Reporte 2019*, 2019. Recuperado de <https://www.cenace.gob.mx/Docs/Planeacion/ProgramaRNT/Programa%20de%20Ampliacion%20y%20Modernizacion%20de%20la%20RNT%20y%20RGD%202019%20-%202033.pdf>
- [25] AZEL, “Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL)”, *Dgel.com*, 2019. <https://dgel.energia.gob.mx/azel/> (Consultado en Jul. 26, 2020).
- [26] SENER, “Prospectivas de Energías Renovables. 2017–2031” EUM, CDMX, MX, *Reporte 2018*, 2018. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/284342/Prospectiva_de_Energias_Renovables_2017.pdf
- [27] TWENERGY, “México, en el «Cinturón Solar» de la Tierra, 3º en recepción de luz solar del planeta”, *Twenergy.com*, 2019. <https://twenergy.com/energia/energia-solar/mexico-en-el-cinturon-solar-de-la-tierra-3-en-recepcion-de-luz-solar-del-planeta-1845/> (Consultado en Aug. 01, 2020).
- [28] AMDEE, “Mitos y realidades”, *Amdee.org*, 2018. <https://amdee.org/mitos-y-realidades.html> (Consultado Aug. 01, 2020).
- [29] AMDEE, “El viento en números”, *Amdee.org*, 2018. <https://amdee.org/infografias/2019-03-05-EL-VIENTO-EN-NUMEROS.pdf> (Consultado en Aug. 01, 2020).
- [30] CEMIEGEO, “Geotermia en México”, *Cemiegeo.com*, 2020. <http://www.cemiegeo.org/index.php/geotermia-en-mexico> (Consultado en Aug. 01, 2020).
- [31] A. A. Palacios, Ed., *Bases para un Centro Mexicano en Innovación de Energía Hidroeléctrica*, Morelos, MX: IMTA, 2017. Disponible en <http://hdl.handle.net/20.500.12013/2179>
- [32] AZEL, “Atlas Hidroeléctrico Nacional”, *Dgel.com*, 2018. <https://dgel.energia.gob.mx/atlashidro/> (Consultado en Jul. 28, 2020).

Alejandra Yareth Fragoso-Altamirano. Estudiante de Ingeniería Industrial (Septimo Semestre). Instituto Tecnológico de Tlalnepantla ITTLA (México, D.F.. México). <https://orcid.org/0000-0002-4543-9362>