

## El sector renovable en México durante la crisis sanitaria y su importancia para la recuperación

17 de junio de 2020

Guillermo I. García Alcocer<sup>1</sup>

### 1. Introducción

Durante la crisis sanitaria de 2020 la demanda eléctrica en México disminuyó un poco más de 10% por debajo de lo pronosticado para los primeros meses del año y desató un debate sobre los efectos que tiene una mayor presencia de las energías renovables sobre la confiabilidad del sistema eléctrico nacional. Lo anterior debido a que el menor consumo eléctrico llevó a que se despachara una mayor proporción de energías renovables por su bajo costo, a costa de plantas tradicionales de energía fósil de mayor costo (sobre todo carbón y combustóleo), en el llamado despacho por mérito o económico.

En la primera parte de este documento se explica el concepto de confiabilidad y la afectación que tiene una mayor proporción de generación eólica y solar. Los dos principales problemas consisten en (i) la necesidad de sustituir la generación solar y eólica cuando termina su posibilidad de entregar energía en el día, por generación base (o eventualmente con baterías) y (ii) la disminución de la inercia del sistema por la presencia de renovables lo cual exige contar con equipos complementarios para mantener el sistema operando ante una falla.

Los operadores independientes de los sistemas eléctricos en el mundo,<sup>2</sup> incluyendo al Centro Nacional de Control de Energía (CENACE) de México, han enfrentado estas dinámicas exitosamente y han ajustado sus sistemas para permitir una participación instantánea de la generación de renovables en algunos casos superior al 50%, la cual seguirá creciendo con el tiempo. Si bien nuestro país ha avanzado, todavía se tiene un desarrollo incipiente de la generación verde, que ronda el 10% del total. Como se verá, dicha participación es manejable sin ajustes importantes al sistema eléctrico.

El regreso al nivel de actividad económica previo a la crisis del virus Covid-19 requerirá que la infraestructura eléctrica reduzca sus costos para contribuir a la productividad del país y que la recuperación sea más rápida. La segunda parte de la nota se enfoca en el potencial que tienen las energías renovables para detonar energía de bajo costo y empleos técnicos, permanentes y bien remunerados. Lo anterior con base en la experiencia posterior a la crisis de 2008, que llevó a los gobiernos y sociedades a promover las energías renovables para reactivar las economías.

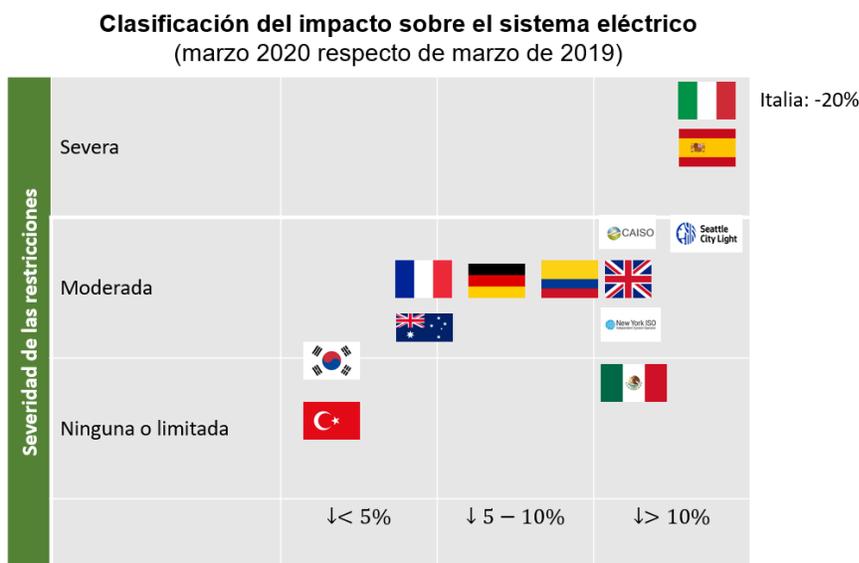
---

<sup>1</sup> Profesor e Investigador del Instituto Tecnológico Autónomo de México (ITAM), asociado del Consejo Mexicano de Asuntos Internacionales (Comexi) y del Consejo Consultivo del *Electric Power Research Center* (EPRI), así como consejero del Consejo Editorial de Energía de Reforma. Ex Comisionado Presidente de la Comisión Reguladora de Energía (CRE).

<sup>2</sup> Los operadores independientes son los encargados de ordenar las plantas que producirán energía en un sistema eléctrico. Son independientes de las empresas de generación. En México se tiene el Centro Nacional de Control de Energía (CENACE), creado en 2013. No se debe confundir con la Comisión Federal de Electricidad (CFE) que tiene el papel de empresa de energía participante en el mercado eléctrico.

## 1. La confiabilidad y los sistemas eléctricos

Durante los meses de aislamiento social se ha observado una caída de la demanda eléctrica industrial y un incremento en la correspondiente a los hogares dadas las actividades de conectividad y trabajo remoto. El efecto neto ha sido una disminución en la demanda eléctrica total, fenómeno que se observa en todo el mundo. A más agresivas las medidas de aislamiento, mayor es la caída en la demanda eléctrica, por lo que las distintas economías observaron distintos grados de disminución en el consumo eléctrico como se puede observar en la siguiente gráfica.



Fuente: Elaboración propia con base en EPRI, reunión de marzo de 2020 del Consejo Consultivo. Se añadió México con base en datos de la demanda de abril de 2020 respecto de la correspondiente a 2019.

La menor demanda lleva a disminuir el costo marginal de generación debido a que se despachan primero las centrales más eficientes (renovables, nuclear y gas natural) las cuales determinan el precio de mercado (marginan) al dejar de despachar a las no eficientes. Lo anterior disminuye el premio a la eficiencia (diferencia entre el costo marginal ineficiente y el eficiente). Esto genera una caída de los ingresos de los participantes en dos segmentos: (i) plantas eficientes ven disminuido el pago que reciben y (ii) plantas ineficientes a las que se deja de despachar.

En adición al efecto económico de una menor demanda está el que corresponde a la confiabilidad, preocupación que comparten los operadores independientes de los sistemas eléctricos en todo el mundo. La definición de confiabilidad es la siguiente:

“Es la capacidad del sistema o sus componentes para soportar inestabilidad, eventos no controlados, fallas en cascada o la pérdida inesperada de los componentes del sistema.”<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Riccardo Bracho- Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL, Departamento de Energía de EUA), webinar del ITAM “Fuentes renovables de generación y confiabilidad del sistema eléctrico (1ª parte)”, 01/06/20.

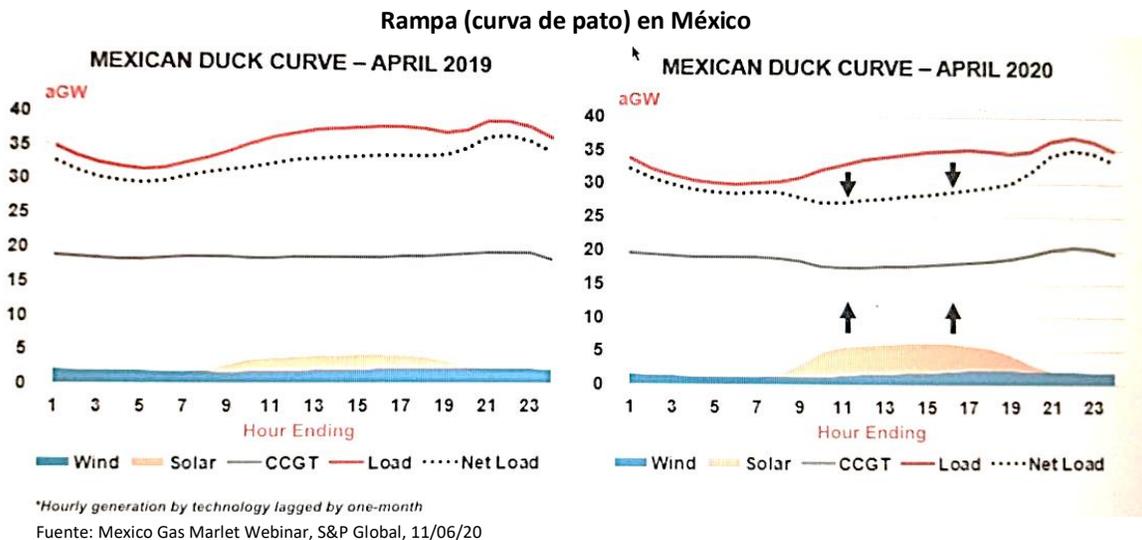
El efecto principal de la crisis sanitaria sobre la confiabilidad se da por la disminución de la demanda (se requiere optimizar el sistema para atender menos requerimientos eléctricos). No obstante, el operador del sistema está acostumbrado a operar con incertidumbre y realiza ajustes cotidianamente.

Por otro lado, los principales problemas operativos que enfrentan tradicionalmente los sistemas eléctricos por incrementos en la presencia de renovables son el efecto de rampa (gráfica de pato) y la pérdida de inercia. Esta problemática se exagera con la baja la demanda y el despacho de una mayor proporción de energía renovable.

Pero antes de analizar esos problemas habrá que caracterizar a la energía renovable eólica y solar con base en su naturaleza: es variable y no intermitente. Los modelos de predicción de insolación y viento son muy robustos. Por eso, el problema no radica en que salgan de operación de un momento a otro sin aviso (intermitencia), sino su variabilidad. Esta variabilidad se mitiga en la medida en que se tengan más turbinas o paneles solares, con lo que el comportamiento colectivo se parece cada vez más al pronóstico.

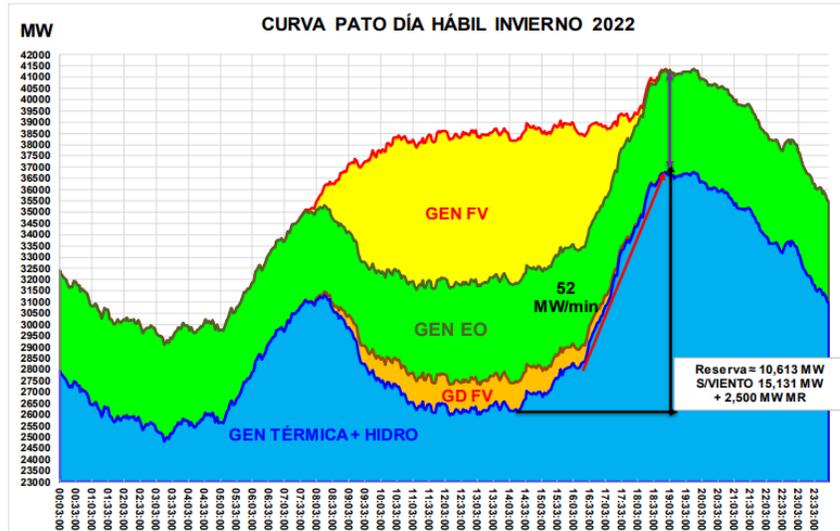
El primer problema ante la caída de la demanda y el mayor despacho de renovables es el de rampa, el cual se refiere a la necesidad que tienen los sistemas de arrancar un gran número de plantas de generación fósil en pocas horas, cuando el sol se oculta o termina la parte del día con viento. A más participación de las energías renovables, más pronunciada es la rampa. Esto genera una gráfica que asemeja a un pato y por eso su denominación como “la curva de pato”.

La llamada curva de pato en México se ha acentuado con la crisis del Covid-19 como se puede ver en las siguientes gráficas de S&P Global.



No obstante, no representa un cambio tan significativo como el que tiene proyectado CENACE para los próximos años. La siguiente gráfica se presentó en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (Prodesen) 2019-2033.

## Curva para una condición operativa de un día hábil de invierno 2020 (CENACE)



Fuente: Prodesen, 2019-2033, CENACE.

<https://www.cenace.gob.mx/Docs/Planeacion/ProgramaRNT/Programa%20de%20Ampliacion%20de%20Modernizacion%20de%20la%20RNT%20y%20RGD%202019%20-%202033.pdf>

El problema de rampa se resuelve teniendo un operador y sistemas atentos a instruir la entrada de plantas al momento indicado (que se sabe desde la planeación un día de adelanto) u ofrecer incentivos por el lado de la demanda para reducirla en las horas de mayor consumo. Estas plantas no subsidian a las plantas renovables; en México se les paga por capacidad a través del llamado mercado de potencia (se paga el costo fijo por estar listos para iniciar operaciones cuando se requiera) y cuando se encienden, se paga también por la energía (costo variable de generación).

En la discusión respecto de la supuesta necesidad de respaldo (y pago) por parte de las energías renovables por su variabilidad se tiene la siguiente respuesta de NREL:

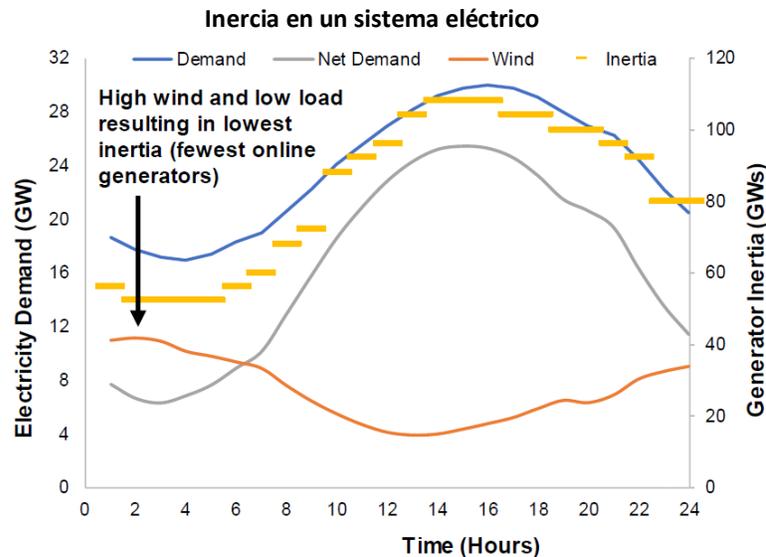
“La variabilidad y la incertidumbre de la energía eólica y solar pueden aumentar los requisitos de rampa y reservas. Esta variabilidad se aborda mejor a nivel del sistema, y el uso de plantas de respaldo dedicadas a generadores eólicos o solares individuales es económicamente ineficiente. Además, los estudios y las prácticas operativas han encontrado que las plantas convencionales existentes que reducen la producción para acomodar la energía eólica y solar normalmente pueden proporcionar las reservas necesarias para adaptarse a la variabilidad adicional. Esto significa que en un sistema de energía eléctrica confiable (uno que ya cumple con sus requisitos de planificación y reserva de funcionamiento) la adición de energía eólica o solar no requiere capacidad de generación adicional para acomodar la variabilidad del viento o la energía solar.”<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Traducción propia. Wind and Solar on the Power Grid: Myths and Misperceptions, NREL, <https://www.nrel.gov/docs/fy15osti/63045.pdf>

El otro problema operativo que genera una alta proporción de energía renovable se refiere a la falta de inercia en las plantas fotovoltaicas y eólicas.

“La inercia en los sistemas de energía se refiere a la energía almacenada en grandes generadores giratorios y algunos motores industriales, lo que les da la tendencia o momento para permanecer girando. Esta energía almacenada puede ser particularmente valiosa cuando una planta de energía grande falla, ya que puede compensar temporalmente la energía perdida del generador fallido. Esta respuesta temporal, que normalmente está disponible durante unos segundos, permite que los sistemas mecánicos que controlan la mayoría del tiempo de las centrales eléctricas detecten y respondan a la falla. Históricamente, en la red eléctrica de los Estados Unidos, la inercia de los generadores fósiles, nucleares e hidroeléctricos convencionales era abundante, y por lo tanto se daba por sentado en la planificación y las operaciones del sistema. Pero a medida que la red evoluciona con las crecientes penetraciones de recursos basados en inversores (por ejemplo, energía eólica, solar fotovoltaica y almacenamiento de baterías) que no proporcionan inercia intrínsecamente, han surgido preguntas sobre la necesidad de inercia y su papel en la futura red.”<sup>5</sup>

En la siguiente gráfica se observa como en la medida en que las plantas eólicas llegan a su máxima generación en el día, la inercia llega a su nivel mínimo. Es en esos momentos en que los sistemas deben estar preparados para reaccionar ante una falla (caída de generación o de demanda), por la falta de inercia. A más baja inercia, más rápido y más caerá la frecuencia antes de ser corregida.

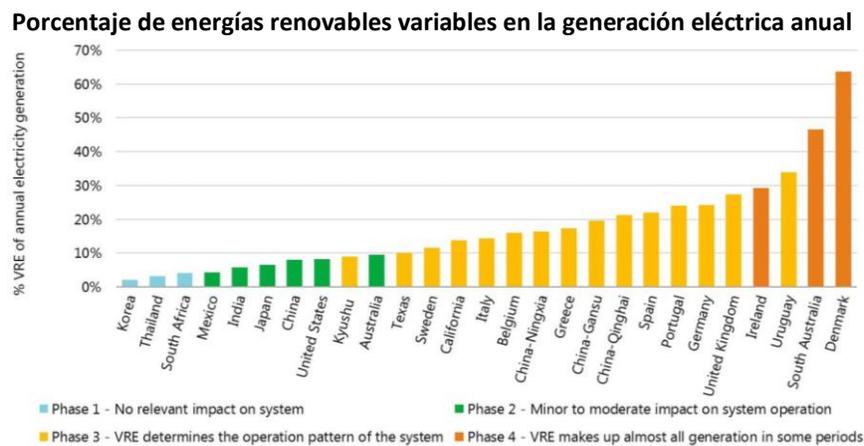


Fuente: Inertia and the Power Grid: A Guide Without the Spin, NREL.  
<https://www.nrel.gov/docs/fv20osti/73856.pdf>

<sup>5</sup> Traducción propia, Inertia and the Power Grid: A Guide Without the Spin, NREL,  
<https://www.nrel.gov/docs/fv20osti/73856.pdf>

Para atender este problema se hacen pruebas de estrés con las plantas renovables y se instalan equipos que pueden reaccionar electrónicamente ante la salida de una planta sin inercia. Esto se hace en todo el mundo, incluyendo al operador independiente de México. Aprovechar los recursos electrónicos para esta "respuesta de frecuencia rápida" puede permitir tasas de respuesta muchas veces más rápidas que la respuesta mecánica tradicional de los generadores convencionales, reduciendo así la necesidad de inercia.<sup>6</sup>

Los ajustes que requieren los sistemas eléctricos para permitir una mayor presencia de energía renovable son más complejos mientras mayor es la participación de ésta. En la siguiente gráfica se puede ver cómo el nivel que tiene de penetración México permite controlar estos problemas con adecuaciones pequeñas a los sistemas operativos.



Fuente: IEA, Status of Power System Transformation, 2019.

<https://www.iea.org/reports/status-of-power-system-transformation-2019>

## 2. La recuperación económica verde

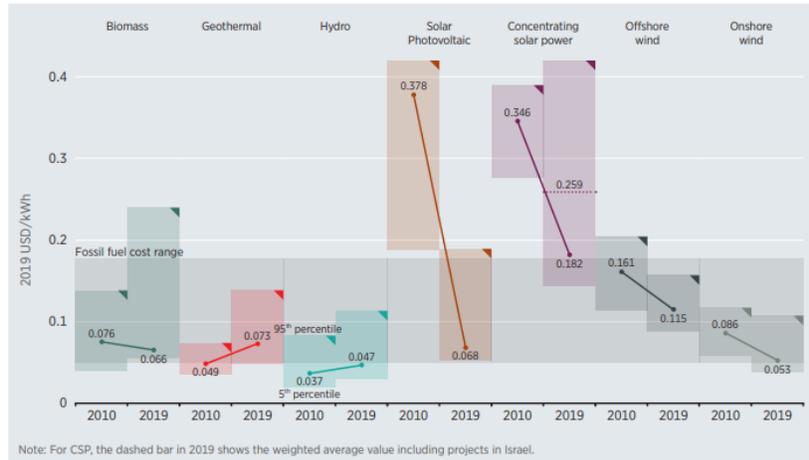
La inversión en energía renovable puede ser una palanca para el crecimiento económico y fomentar una relación más respetuosa con el medio ambiente una vez que termine la crisis sanitaria y comience la reactivación de la economía. En algunos países desarrollados se habla desde el año pasado del "Green New Deal" para referirse a una estrategia para abordar conjuntamente el cambio climático y la desigualdad económica y social.<sup>7</sup> La crisis del Covid-19 junto con el cambio tecnológico reciente que ha permitido tener cada vez menores costos de generación renovable, posibilitan pensar en planteamientos serios para el desarrollo verde. La evolución de los precios de los distintos tipos de generación puede verse en la siguiente gráfica destacando la competitividad de la energía renovable.

<sup>6</sup> [Inertia and the Power Grid: A Guide Without the Spin, NREL, https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/73856.pdf](https://www.nrel.gov/docs/fy20osti/73856.pdf)

<sup>7</sup> New Green Deal, inspiración norteamericana para saldar la ecuación climática

<https://www.lavanguardia.com/natural/cambio-climatico/20191212/472186187214/green-new-deal.html>

## Costo ponderado nivelado de electricidad de proyectos de gran escala, 2010 y 2019



Fuente: Renewable power generation costs in 2019,

<https://www.irena.org/publications/2020/Jun/Renewable-Power-Costs-in-2019>

Lo anterior es especialmente relevante si consideramos que el costo de energía representa alrededor del 50% de la estructura de costos de la manufactura en México.

La energía renovable tuvo un papel relevante para contribuir a la reactivación en una crisis económica reciente. Para mitigar los efectos de la crisis financiera de 2008, los gobiernos y la sociedad fomentaron el desarrollo de las tecnologías renovables y crearon un gran número de empleos. Una experiencia exitosa a partir ha sido la de Estados Unidos, que para 2019 alcanzó 242 mil empleos en energía solar y 114 mil en energía eólica.<sup>8</sup> Solamente en el estado de California se estiman 126 y 5.7 mil empleos, respectivamente.<sup>9</sup> El Buró de Estadísticas Laborales de EE. UU. destaca que los trabajos que tendrán una dinámica más favorable para 2026 serán los de instalador de paneles (105%) y técnico en energía eólica (96%).<sup>10</sup>

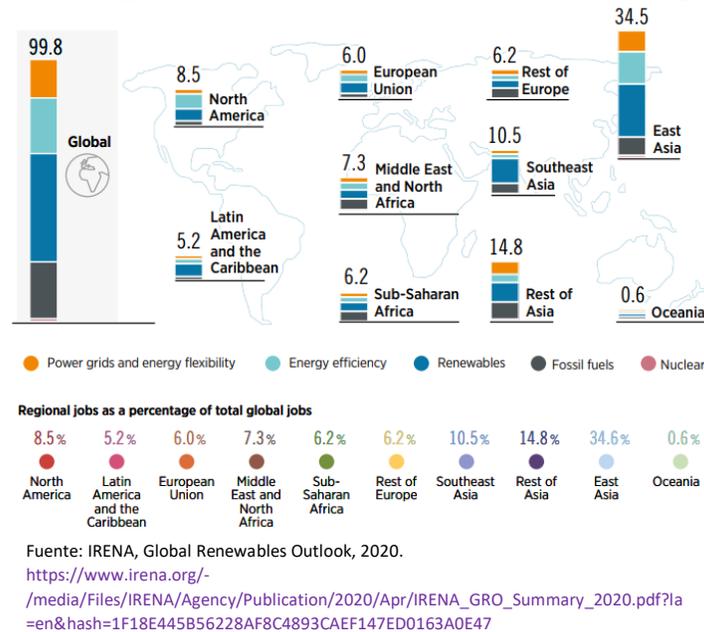
IRENA estima que la mayor parte de los casi 100 millones de empleos que generará el sector energía para 2050 serán en renovables, eficiencia energética y modernización de las redes eléctricas como se ve en la siguiente gráfica.

<sup>8</sup> [https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA\\_RE\\_Jobs\\_2019-report.pdf](https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/Jun/IRENA_RE_Jobs_2019-report.pdf)

<sup>9</sup> <https://e2.org/reports/clean-jobs-california-2019/>

<sup>10</sup> <https://www.bls.gov/opub/mlr/2017/article/projections-overview-and-highlights-2016-26.htm>

## Distribución regional de 100 millones de empleos nuevos en energía, 2050



Por su parte, las Naciones Unidas establecieron como parte fundamental de la estrategia para el desarrollo sostenible este tipo de proyectos que permiten emplear a un gran número de personas.<sup>11</sup> De acuerdo con IRENA,<sup>12,13</sup> la instalación y operación de una planta solar de 50 MW genera 229,055 horas de trabajo, mientras que una planta eólica de la misma capacidad puede ocupar 144,420 horas de trabajo. En el caso solar, 56% de los empleos son permanentes, mientras que, en el caso eólico, 46%. A esto habría que sumar los empleos en otras industrias que detonarían por tener energía abundante, barata y confiable.

En México se vivió un fenómeno similar después de la crisis de 2008, la energía renovable creció de manera importante gracias al apoyo del gobierno y la sociedad (en ese momento se requerían estímulos para desarrollar estos proyectos, por ejemplo, la deducibilidad fiscal acelerada y el porteo verde). A la fecha se emplea permanentemente a más de 64 mil personas en proyectos solares de gran escala, según ASOLMEX.<sup>14</sup> ANES, calcula 20 mil empleos en la instalación de techos solares.<sup>15</sup> Por su parte, AMDEE reconoce más de 11 mil empleos permanentes en energía eólica y pronostica 35 mil puestos de trabajo adicionales en 5 años de haber condiciones adecuadas.<sup>16</sup>

Nuestro país tiene la oportunidad de mantener esa dinámica aprovechando la disminución significativa de los costos de generación (que no requiere estímulos para ser rentable) y sustituir a

<sup>11</sup> <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/17495PB13.pdf>

<sup>12</sup> <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Solar-PV>

<sup>13</sup> <https://www.irena.org/publications/2017/Jun/Renewable-Energy-Benefits-Leveraging-Local-Capacity-for-Onshore-Wind>

<sup>14</sup> <https://www.energiaa debate.com/energia-limpia/cierra-marzo-con-5-510-mw-de-capacidad-fotovoltaica-asolmex/>

<sup>15</sup> <https://www.eleconomista.com.mx/capitalhumano/La-industria-de-la-energia-solar-preve-crear-10000-empleos-en-2019-20180731-0056.html>

<sup>16</sup> <https://heraldodemexico.com.mx/mer-k-2/sector-eolico-alerta-riesgo-en-empleos/>

China como proveedor de insumos en Norteamérica, propiciando contenido nacional. Algunas propuestas:

- Proyectos de bombeo de agua con energía renovable con el fin de almacenamiento para generación hidroeléctrica (energía gravitacional potencial).
- Licitación de líneas de transmisión con garantía de pago de los usuarios que se beneficiarían de los menores costos de generación renovable.
- Proyectos de abasto aislado y generación local en parques industriales que se complementen con baterías (cada día más baratas).
- Modelo de generación distribuida colectiva, el UBER de los techos solares, en el cual se tiene la propiedad comunitaria y se comparten los beneficios.<sup>17</sup>
- Interconexión a la red de alumbrado público (no regulada) para instalar techos solares en los hogares y compartir energía.

La experiencia exitosa de México en proyectos renovables puede propiciar una recuperación económica sustentable hacia adelante, incrementando la productividad y fomentando fuentes de empleo permanentes con salarios competitivos.

### **3. Conclusiones**

En este documento se hizo una revisión de las principales preocupaciones operativas que han surgido en el sistema eléctrico debido a la pandemia. Como se pudo ver, la caída en la demanda es un fenómeno global que ha resultado en una mayor participación de las energías renovables en la generación. Esto ha despertado un debate nacional e internacional sobre los ajustes que se deben hacer a los procedimientos para poder reaccionar ante los problemas que generan estas tecnologías sobre la confiabilidad del sistema. La experiencia internacional es contundente sobre la posibilidad de manejar cada vez más energía solar y eólica con ajustes graduales en los equipos.

Una vez aclarado el problema operativo y cómo se ha solucionado en todo el mundo, es posible pensar en un programa para contar con mayor inversión en energía renovable que contribuya a la recuperación económica con posterioridad a la crisis sanitaria, como ocurrió con la crisis financiera de 2008. Contar con cada vez una mayor presencia de este tipo de generación contribuirá a incrementar la productividad al reducir el costo de generación y generar fuentes importantes de empleo técnico y permanente.

---

<sup>17</sup> La regulación se aprobó en noviembre de 2019. No ha sido publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF).