

# Retos del sector eólico en México

**Eduardo Martínez Mendoza**

El cambio climático es la alteración de las temperaturas en el planeta, resultado de causas naturales y por la actividad humana. La destrucción de los ecosistemas, el uso intensivo de combustibles fósiles y la extracción no responsable de los recursos naturales, son factores que han contribuido a acelerar el calentamiento del planeta que, al retener más calor del necesario, ha generado el cambio climático.

El cambio climático altera los ciclos naturales de la Tierra, provocando variaciones en el clima; los gases generados por el uso intensivo de los combustibles son una de las causas más relevantes para acelerar el calentamiento del planeta.

El cambio climático se ha convertido en un problema para todo el planeta; aunque sus efectos resultan visibles en la vida humana con temperaturas más elevadas, sequías, inundaciones, etc., sus efectos no se limitan a las personas; los sistemas biológicos (flora y fauna) y físicos (glaciares, erosión, nivel del mar, etc.) también son afectados por estos cambios.

El año 1995 es un punto referente para el combate al cambio climático, cuando iniciaron las negociaciones para que, dos años después, 86 países firmaran –y 46 ratificaran– el protocolo de Kyoto, donde se comprometieron a “limitar y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) de conformidad con las metas individuales acordadas” (Naciones Unidas, 2021). A partir de entonces, una de las medidas que cobró mayor relevancia fue el

impulso a las energías renovables, porque el sector energético es “fuente de las dos terceras partes de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero” (IEA, 2013).

Una de las fuentes de energía que logró un crecimiento acelerado fue la energía eólica, que a nivel mundial pasó de 7.5 GW (gigawatts) en 1997, a 743 GW en 2020 (GWEC, 2021). La energía generada a partir del viento es considerada una de las que produce menor daño ambiental, porque su tecnología no usa agua o combustibles en su funcionamiento, y porque los parques eólicos “necesitan una media de entre seis y ocho meses de funcionamiento para ‘devolver’ la energía utilizada para fabricarlos e instalarlos” (EolicCat, s.f.). Han existido numerosas protestas y críticas a nivel mundial respecto a su impacto en las aves, el ruido y el paisaje, principalmente. Respecto a las aves, se han cuantificado en 5.25 aves muertas por año en Estados Unidos; a nivel mundial de 0.2 a 40 aves por año. En el caso mexicano se cuantificaron 78 aves en un parque eólico de Oaxaca (Uribe-Rivera *et al.*, 2018).

En comparación, anualmente mueren 550 millones de aves por choques con edificios, 80 millones por colisiones con automóviles y 28,500 por turbinas eólicas (Wallace *et al.*, 2021), aunque otros estudios reportan entre 140,000 y 679,000 aves muertas, y entre 600,000 y 949,000 murciélagos, solo en Estados Unidos (Choi *et al.*, 2020). Esta discrepancia se debe a que aún es difícil cuantificarlas por la intervención de la flora y fauna locales, y son necesarios más estudios para lograr mayor precisión en las estimaciones.

En lo referente al ruido, la tecnología ha evolucionado y ha logrado que las turbinas generen niveles bajos, aunque las perturbaciones en las comunidades dependen en gran medida de la planeación, del diseño del parque eólico y de la selección del sitio de construcción. La discusión respecto al ruido se ha centrado en las afectaciones a los humanos, y es necesario ampliarla sobre sus efectos en la fauna local.



**Imagen 1.** Parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. Fuente: EJAAtlas, 2020.

El impacto paisajístico depende de la densidad de turbinas y está directamente relacionado con los procesos de planeación en las comunidades. La Imagen 1 muestra la densidad de turbinas eólicas en Oaxaca; aunque su apreciación tiene un componente de subjetividad, es necesario reflexionar respecto a la transparencia en los procesos de planeación con las comunidades y su relación con la flora y fauna; además, deben considerarse las prácticas culturales de los habitantes y otros elementos físicos, como los sitios sagrados y las alteraciones de las corrientes de agua por la creación de brechas, entre otros.

## ENERGÍA EÓLICA EN MÉXICO

El primer parque eólico en México se instaló en 1994; pero, es a partir de 2006 cuando inicia su crecimiento significativo en capacidad instalada, principalmente en el Istmo de Tehuantepec. En 2020 el país alcanzó 6,681 MW de capacidad instalada acumulada. En México están instalados 3,172 aerogeneradores en 68 parques eólicos, que representan un ahorro anual de 12.2 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (emisiones de tres millones de autos) (AMDEE, 2021). Este sector ha acumulado 11.4 mil millones de dólares de inversión, aunque al importar todos los aerogeneradores instalados en los parques eólicos de México, los beneficios económicos del sector en el país se reducen significativamente, porque los aerogeneradores representan el 65 % de la inversión de un proyecto eólico (AMDEE, 2021).

Existen numerosos estudios que documentan los conflictos sociales que han ocurrido en el país por la instalación de los parques eólicos (Martínez-Mendoza *et al.*, 2021; Zárate-Toledo y Fraga, 2016). Aunque la legislación se ha ido adecuando, aún se requiere fortalecer la transparencia en los procesos de planeación y desarrollo de los proyectos eólicos, así como el seguimiento durante su operación.

Es un tema pendiente la aprobación de la NOM-151-Semarnat-2006, que establecería las especificaciones técnicas para la protección del medio ambiente durante la construcción, operación y abandono de instalaciones eolieléctricas en zonas agrícolas, ganaderas y eriales, norma derogada en 2012 por considerarse que en México no existía información específica para sustentar la toma de decisiones (DOF, 2014).

La derrama económica en las comunidades donde se instalan parques eólicos, en la fase de construcción, es temporal y de bajo valor agregado; se da de manera permanente en los arrendadores de la tierra donde se instalan; aunque existen conflictos entre arrendatarios y empresas por la falta de cumplimiento en los plazos, pagos por afectaciones o por los montos bajos respecto a la media internacional (Chaca, 2019; Llaven Anzurez, 2019).

Otros beneficios locales son a través de los impuestos pagados a los municipios, especialmente antes de la construcción, aunque tampoco existe alguna metodología que guíe la estimación de los montos en la ley de ingresos municipal. Existen controversias respecto a las obras de carácter social que hacen las empresas en las comunidades (donaciones a escuelas, hospitales, bomberos, pavimentación de calles, etc.), porque hay sectores y líderes sociales que las consideran paliativos para tratar de ganar legitimidad ante las irregularidades cometidas en las comunidades.

Existen retos para mejorar la regulación que ayude a armonizar el desarrollo del sector eólico en México. Se requieren procesos que aseguren la transparencia en todas las fases del proyecto, desde su planeación hasta el término de su vida útil. Son necesarias estrategias para acompañar

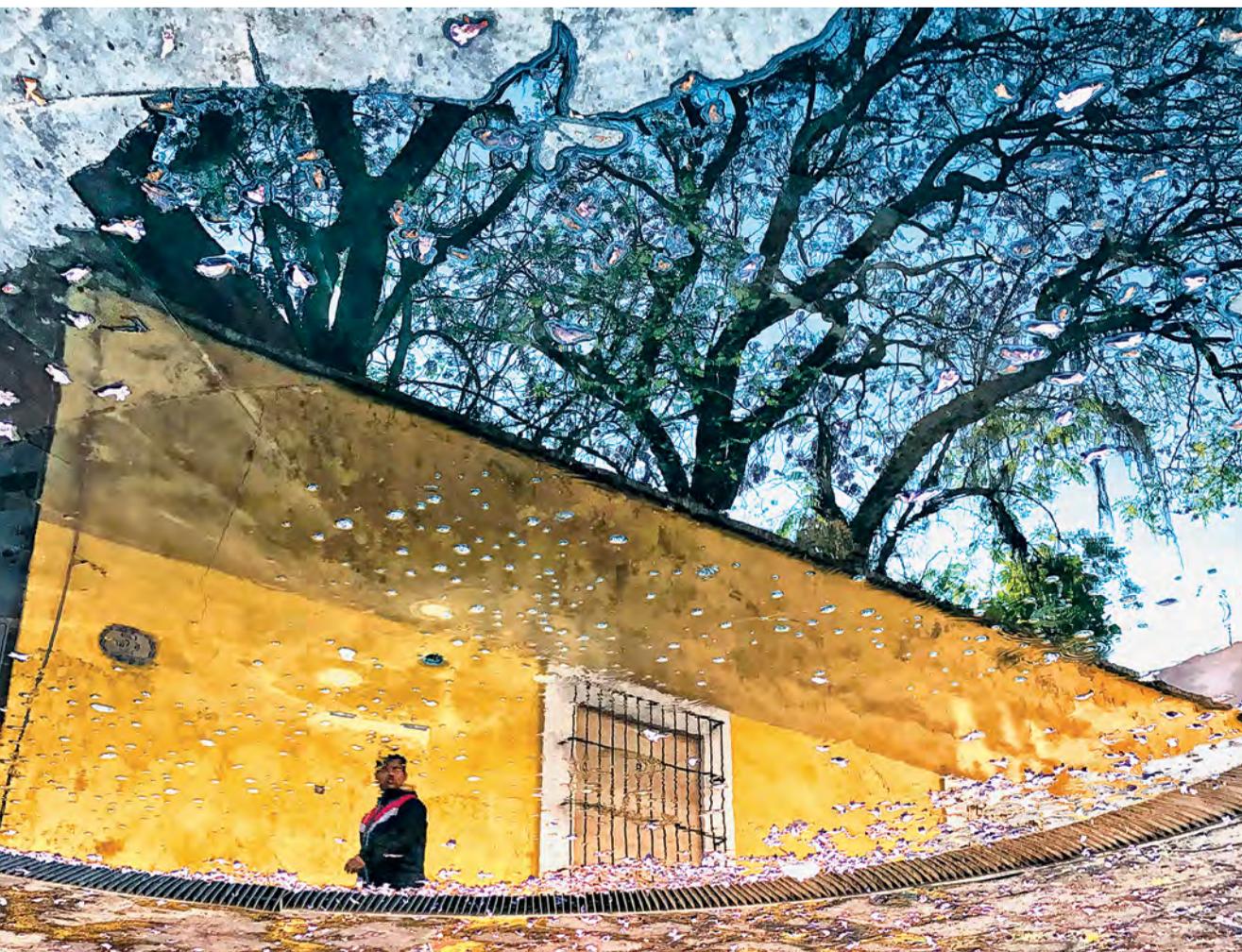
a las comunidades y los dueños de la tierra en los procesos de toma de decisiones. Las acciones de responsabilidad social de las empresas deben ser articuladas a través de estrategias de largo plazo con los sectores y gobiernos locales para el desarrollo de capacidades productivas y tecnológicas en la región.

## CAPACIDADES EÓLICAS DE MÉXICO

México ha enfocado su política de desarrollo del sector eólico en la acumulación de capacidad instalada. Los principales logros presentados son en términos de capacidad instalada, inversión acumulada, empleo directo generado en las comunidades (especialmente en la fase de construcción), obras sociales de las empresas e ingresos municipales por impuestos y pagos de derechos. Sin embargo, en la agenda política el desarrollo de capacidades tecnológicas tiene poca relevancia.

Aunque México ha creado el Centro Mexicano de Innovación en Energía Eólica para fundar y fortalecer capacidades tecnológicas, donde se integran 32 organizaciones (instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas y entidades gubernamentales), se requiere un marco institucional que incentive el desarrollo de estrategias de largo plazo para estimular la participación de las empresas del sector; y potenciar los esfuerzos de las empresas mexicanas que están haciendo desarrollo tecnológico eólico, como la empresa Potencia Industrial, que desde 1976 posee las primeras patentes de aerogeneradores mexicanos de baja potencia (Potencia Industrial, 2021). Por ahora, las empresas extranjeras que dominan el desarrollo eólico mexicano

[...] refieren que no ven posible que en el mediano plazo las capacidades tecnológicas que ellas acumulan en el exterior se difundan en México, en particular aquellas capacidades tecnológicas relacionadas con las actividades de I+D y de alta tecnología (Alvarado López, 2015, p.325).



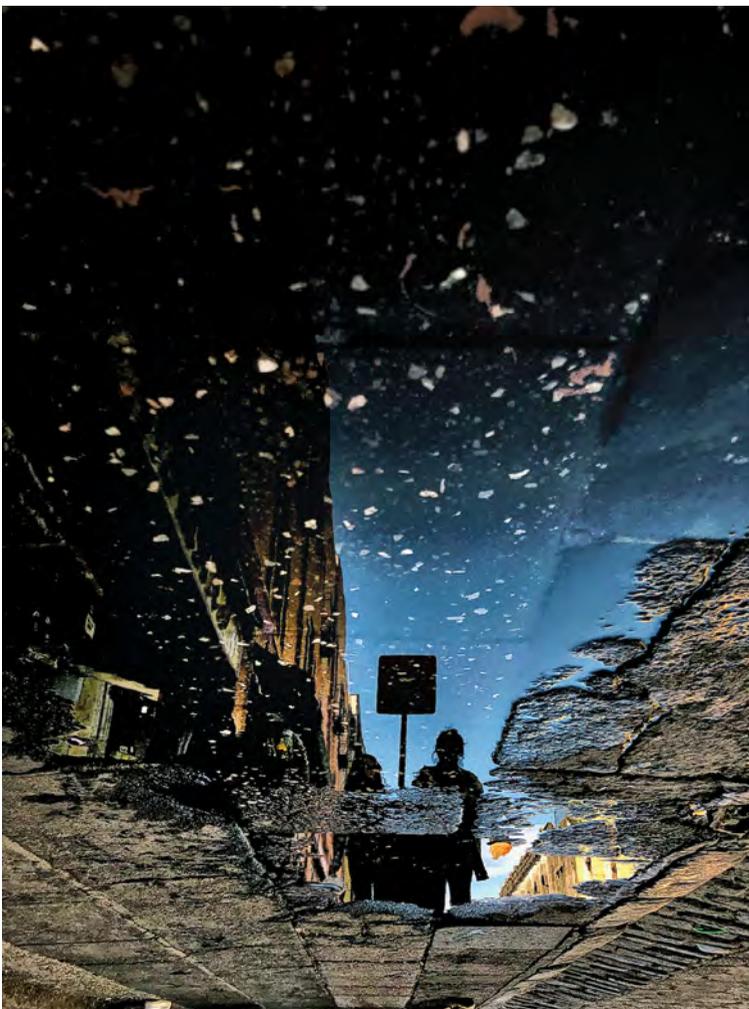
© Carlos Mario Delacruz. De la serie *El espejo onírico*.

Su modelo de negocio en México se orienta hacia la capacidad instalada. El fomento de capacidades tecnológicas nacionales es fundamental para el aprovechamiento de los beneficios de la cadena de valor eólica, porque su tecnología representa más de la mitad de la inversión de un proyecto eólico y se desagrega en más de cien actividades económicas.

Por otro lado, es necesario no centrar la atención solo en la instalación de parques eólicos de gran tamaño. Existen oportunidades para la creación de nuevas empresas a través de los aerogeneradores de pequeña potencia y la generación distribuida, empresas que podrían crearse como

fruto de la creación de capacidades tecnológicas en las universidades, la vinculación entre ellas y con el gobierno y el sector empresarial.

Otro reto en los siguientes años será adecuar la legislación para el manejo de los equipos que culminen su vida útil. En los parques eólicos de gran potencia es un tema con mayor control debido al limitado número de empresas que participan y a las certificaciones que son requeridas con sus proveedores y por los organismos internacionales; sin embargo, la adopción social de los aerogeneradores de baja potencia implicará un reto mayor debido a la dispersión de los equipos a lo largo del territorio nacional, a la diversidad de actores inmersos, y al sistema de recolección y manejo de residuos.



© Carlos Mario Delacruz. De la serie *El espejo onírico*.

Es un tema relevante para evitar que este tipo de equipos, debido a su mal manejo, generen contaminación ambiental al término de su vida útil. Es necesario prever un enfoque de economía circular en las siguientes décadas.

## R E F E R E N C I A S

Alvarado López R (2015). Capacidades tecnológicas del sector eólico en México: análisis y perspectivas. Tesis doctoral. Ciudad de México, México: UNAM.

AMDEE (2021). Asociación Mexicana de Energía Eólica. Recuperado de: <https://amdee.org/preguntas-frecuentes.html#>.

AMDEE (marzo de 2021). Asociación Mexicana de Energía Eólica. Recuperado de: <https://amdee.org/el-viento-en-numeros.html>.

Chaca R (10 de junio de 2019). Bloquean en Oaxaca accesos al parque eólico más grande de AL. El Universal. Recuperado de <https://>

[www.eluniversal.com.mx/estados/bloquean-en-oaxaca-accesos-al-parque-eolico-mas-grande-de-al](http://www.eluniversal.com.mx/estados/bloquean-en-oaxaca-accesos-al-parque-eolico-mas-grande-de-al).

Choi D, Witting T, and Kluever B (2020). An evaluation of bird and bat mortality at wind turbines in the Northeastern United States. *PLoS ONE* 15(8):1-22. doi:doi.org/10.1371/journal.pone.0238034.

DOF (19 de febrero de 2014). Diario Oficial de la Federación. Recuperado de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5333155&fecha=19/02/2014](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5333155&fecha=19/02/2014).

EJAtlas (09 de diciembre de 2020). Corredor Eólico en el Istmo de Tehuantepec. Recuperado de: <https://ejatlas.org/conflict/corredor-eolico-en-el-istmo-de-tehuantepec-oaxaca>.

EolicCat (s.f.). Asociación Eólica de Catalunya. Recuperado de: <http://eoliccat.net/que-es-eoliccat/?lang=es>.

GWEC (2021). Global Wind Energy Council. Recuperado de: <https://gwec.net/windsights/>.

IEA (2013). World Energy Outlook 2013. Paris: IRENA. Recuperado de: [https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2013\\_weo-2013-en](https://www.oecd-ilibrary.org/energy/world-energy-outlook-2013_weo-2013-en).

Llaven Anzures Y (23 de abril de 2019). Paga Iberdrola 3 pesos anuales por metro a ejidatarios por instalación de Parque Eólico Chapulco. *La Jornada de Oriente*. Recuperado de: <https://www.lajornadadeoriente.com.mx/puebla/ejidatarios-chapulco-iberdrola/>.

Martínez-Mendoza E, Rivas-Tovar L and García-Santamaría L (2021). Wind energy in the Isthmus of Tehuantepec: conflicts and social implications. *Environment, Development and Sustainability*. doi:10.1007/s10668-020-01136-8.

Naciones Unidas (2021). United Nations Climate Change. Recuperado de: [https://unfccc.int/es/kyoto\\_protocol](https://unfccc.int/es/kyoto_protocol).

Potencia Industrial (2021). Turbina eólica Colibrí. Recuperado de: <https://www.potenciaindustrial.com.mx/es/productos/turbina-eolica-colibri.html>.

Uribe-Rivera M, Guevara-Carrizales A y Ruiz-Campos G (2018). Mortalidad incidental de aves paseriformes en un parque eólico del noroeste de México. *Huitzil, Revista Mexicana de Ornitología*, 20(1):1-7. doi:doi.org/10.28947/hrmo.2019.20.1.377.

Wallace P, Erickson W, Johnson G and Young Jr. D (2005). A Summary and Comparison of Bird Mortality from Anthropogenic Causes with an Emphasis on Collisions. *USDA Forest Service General Technical Reports* 1029-1042.

Zárate-Toledo E y Fraga J (2016). La política eólica mexicana: Controversias sociales y ambientales debido a su implantación territorial. Estudios de caso en Oaxaca y Yucatán. *Trace* 69:65-95.

**Eduardo Martínez Mendoza**  
**Departamento de Ingeniería Industrial**  
**Universidad del Istmo, Campus Tehuantepec**  
**ed\_mtz@hotmail.com**



© Carlos Mario Delacruz. De la serie *El espejo onírico*.