

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICA, A.C.



IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS DE LAS PLANTAS EÓLICAS EN MÉXICO

TESINA

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ECONOMÍA AMBIENTAL

PRESENTA

ORLANDO BARBOSA MEJÍA

DIRECTORA DE LA TESINA: DRA. LOPAMUDRA CHAKRABORTI

AGUASCALIENTES, AGS.

2021

A Alejandra, con todo mi amor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer:

A mis padres Aristeo y Librada, por brindarme todo su amor, sus valores y humildad, por haberme dado la oportunidad de cumplir mis metas y sobre todo por ser un ejemplo de vida a seguir.

A mis hermanas Irasema y Cecilia, por apoyarme en todo momento y aguantarme en mis días de mal humor, las amo hermanas.

A toda mi familia: Mis abuelitos: Joaquín, Leonorio, Guadalupe y Micaela, mi tía Natividad, mis sobrinos: Ulises, Kenneth y Lia. Gracias a todos ustedes por confiar en mí y llenar mi vida de alegrías y amor.

A Alejandra, por ser mi complemento y una parte fundamental de mi vida, por estar siempre cuando más lo necesitaba, y sobre todo por tu paciencia y amor incondicional. ¡Hasta donde nos lleve el viento, morrilla!

A mi asesora, la Dra. Lopamudra Chakraborti, por creer en mí, por sus enseñanzas, sus consejos y apoyo en la realización de este trabajo. Gracias por brindarme tu amistad y confianza.

A mi lector, el Dr. Alejandro López-Feldman, por sus excelentes comentarios y observaciones que fueron fundamentales para la consolidación de este trabajo.

A todos mis profesores del CIDE, en especial al Dr. Hancevic, Dr. Núñez, Dr. Sainz y Dr. Castro, por sus enseñanzas, dedicación y amistad.

Agradezco a mis compañeros, Irving, Omar, Francisco, Oscar, Adolfo, Nadia y Salvador por brindarme su amistad y compartir aulas (virtuales), noches de estudio, pero, sobre todo momentos inolvidables. ¡Éxito a todos, Campeones!

A todos aquellos quienes formaron parte de este logro. La lista es muy larga, pero quiero agradecerles por su amistad. ¡Gracias!

Resumen

Las fuentes de energía renovables tienen un gran potencial para contribuir al desarrollo de las comunidades marginadas, al proporcionarles una amplia variedad de beneficios socioeconómicos y ambientales. Sin embargo, a pesar de la extensa discusión en la literatura sobre el impacto de la implementación de proyectos de energía renovables, existe una notable escasez de estudios que analicen los impactos socioeconómicos ocasionados en las comunidades donde se ha llevado a cabo esta implementación de proyectos, en particular de las plantas de energía eólica. Este trabajo aborda el impacto que tiene los municipios con presencia de plantas eólicas en operación. Para ello, se emplea la metodología de evaluación de impacto a través del método econométrico de Diferencias en Diferencias (DD), con el objetivo de evaluar la relación entre la implementación de las plantas eólicas y los indicadores socioeconómicos a nivel municipio. Los resultados muestran que hay una disminución del grado de marginación y del grado de rezago social, lo que se traduce en una mejora en las carencias socioeconómicas y de bienestar en los municipios que cuentan con instalaciones eólicas.

Palabras clave: Diferencias en Diferencias, energía eólica, condiciones socioeconómicas.

Clasificación JEL: Q42, Q20, I32

Índice General

1	Introducción	1
2	Revisión de literatura	5
	2.1 Aceptación/Oposición de la implementación de las plantas eólicas	6
	2.2 Impactos económicos de las plantas eólicas	8
3	Contexto Mexicano	12
	3.1 Potencial eólico en México	12
	3.2 Fuentes de empleo en el sector eólico	15
	3.2.1 Empleo directo	17
	3.2.2 Empleo indirecto	18
	3.3 Reglamentación	18
	3.3.1 Ley de la Industria Eléctrica	19
	3.3.2 Ley de Transición Energética	20
	3.3.3 Ley General del Cambio Climático	21
	3.4 Acuerdos y Tratados Internacionales	22
	3.4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	22
	3.4.2 Protocolo de Kioto	23
	3.4.3 Acuerdos de París	23
	3.4.4 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	23
4	Datos	25
	4.1 Índice de Marginación	27
	4.2 Índice de Rezago Social	28
	4.3 Pobreza	28
	4.4 Índice de Desarrollo Humano	29
5	Modelo	33
	5.1 Método Diferencias en Diferencias	34
	5.1.1 DD con Datos Panel	34
6	Resultados y Discusión	37
	6.1 Resultados	37
	6.2 Discusión	45

7	Conclusiones	47
8	Referencias	48
9	Anexo	55

Índice de figuras

3.1.1 Capacidad de electricidad (MW) en México	12
3.1.2 Generación de electricidad (GWh) en México	13
3.2. Personas empleadas por sector de energía renovable en México en 2020	15
4.1 Ubicación de las plantas eólicas en operación y en planes de operación	26

Índice de Cuadros

3.1 Centrales eléctricas con energía limpia en 2016	14
4.1 Descripción de las variables	27
4.2 Estadísticas Descriptivas	30
6.1 Estimación DID sobre el IM e IRS	38
6.2 Estimación DID sobre los componentes del IM	39
6.3 Estimación DID sobre los componentes del IRS	40
6.4 Estimación DID sobre los indicadores de Pobreza	41
6.5 Estimación DID sobre el IDH	42
6.6 Descripción de las variables previas al choque	43
6.7 Estimación DID sobre el IM e IRS con diferencia ajustada	43
A.1 Municipios del grupo de tratamiento y del grupo control	55
A.2 Estimación DID sobre los componentes del IM con diferencia ajustada	56
A.3 Estimación DID sobre los componentes del IRS con diferencia ajustada	57
A.4 Estimación DID sobre los indicadores de Pobreza con diferencia ajustada	58
A.5 Estimación DID sobre el IDH con diferencia ajustada	58
A.6 Municipios del grupo tratamiento y del grupo control falso	59
A.7 Estimación DID sobre el IM: Grupo control falso	59

Capítulo 1

Introducción

La producción de energía con recursos renovables presenta grandes ventajas ambientales, económicas y sociales. Juegan un papel importante en la mitigación del cambio climático debido a su baja o nula emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI), la reducción de los precios de electricidad, la generación de empleos directos e indirectos y la posibilidad de llevar energía eléctrica a comunidades marginadas (SENER, 2017). Dependiendo de cada fuente de energía renovable, será los efectos que se generen.

Este trabajo busca medir el impacto económico de la instalación de nuevas plantas de energía renovable, particularmente de energía eólica en México. En el caso de la energía eólica, la literatura señala diversas razones para incentivarla, incluyendo: 1) es una fuente de energía segura y renovable; 2) no producen emisiones a la atmosfera ni genera residuos, solo los de fabricación del equipo;¹ 3) no requiere perforación para la extracción del combustible; no causa desechos radioactivos o nocivos para la salud humana; 4) se trata de instalaciones móviles; su desmantelamiento permite recuperar las zonas;² 5) su instalación es compatible con otros usos del suelo; 6) no emplea otros recursos naturales para la generación de electricidad, excepto el aire (Brittan, 2002; Schiermeier et al., 2008; Aixalá et al., 2013).

Debido a la posición geográfica de México y las condiciones hidrológicas, meteorológicas y topográficas del territorio, el país cuenta con un gran potencial para generar energía eólica. Asimismo, es de esperarse que estas energías contribuyan al desarrollo social, especialmente el rural, del país. Por ejemplo, Nahmad et al., (2014) argumentan que en México la energía eólica

¹ Los aerogeneradores empleados en estos proyectos eólicos tienen un promedio de vida útil entre 25 a 30 años, y emplea diversos elementos para su fabricación los cuales son: fibra de vidrio, acero, aceite lubricante, entre otros, los cuales no son totalmente reciclables. Por ejemplo, a diferencia de la torre cuyo acero puede reciclarse, el rotor eólico es el componente más complicado, ya que está fabricado de un composite de mezclas de fibras de vidrio y resinas, lo cual hace difícil que sea reciclable, por ende, sea un problema de contaminación (Enel Green Power, 2021).

² Sin embargo, debido a que los aerogeneradores requieren una gran cantidad de aceite lubricante, existe la posibilidad de que este aceite suele fugarse con mucha frecuencia, lo que provoca que se expanda a sus alrededores afectando principalmente el suelo (Compromiso RSE, 2021; & Siemens Gamesa, 2021).

constituye una alternativa tecnológica que debe beneficiar y hacer partícipes a las comunidades y poblaciones que aportan sus recursos y territorios para generarla.

Sin embargo, es importante señalar que los parques eólicos también presentan algunas desventajas: 1) impacto visual: su instalación genera una alta modificación del paisaje; 2) impactos sonoros; 3) impactos sobre la avifauna; 4) molestias por la sombra proyectada generada por los aerogeneradores y la luz de las turbinas por la noche; 5) problemas de salud como trastornos de sueño (Jones & Eiser, 2010; D'Souza & Yiridoe, 2014; Barry et al., 2008; Hall et al., 2013; Mulvaney et al., 2013).

Por su parte, Quintanilla-Montoya & Espejel (2003) presentan una lista de argumentos para lograr realmente que los proyectos de energía eólica se desarrollen de manera sostenible y que los beneficios de estos proyectos se reflejen en la calidad de vida de los pobladores de las zonas donde se instalan. Estos argumentos, incluyen el conocer e incorporar la percepción de los habitantes, sus necesidades y el conocimiento de su entorno dentro de los programas o proyectos que promuevan fuentes de energías renovables.

Aunando a esta situación, en México existe una problemática en torno a los proyectos eólicos relacionada con aspectos sociales y culturales. Por tal motivo, Snyder & Kaiser (2009), Hernández (2010), y Lejano et al. (2010) mencionan que el principal problema de los proyectos eólicos es que no toman en cuenta los aspectos socioculturales de las comunidades afectadas, por ejemplo, en la región del Istmo de Tehuantepec en Oaxaca, el problema de la energía eólica se relaciona con la imposición y la falta de información sobre los derechos que tienen los propietarios al arrendar su tierra y sobre la transparencia de los contratos y cláusulas de actualización de los pagos (Jara, 2011), lo que ha provocado fracturas en el tejido social y una excesiva desconfianza hacia las empresas desarrolladoras.

A pesar de estas problemáticas sociales y culturales, la implementación de las plantas eólicas tienen beneficios económicos, por ejemplo Brown et al. (2012) y Rand & Hoen (2017) mencionan que el desarrollo de la energía eólica pueden beneficiar a las economías locales donde se instalan estos proyectos, de diversas maneras: 1) desarrollo económico rural; 2) creación de empleos, particularmente en la fase de construcción del proyecto, pero también durante la fase operativa; 3) sostenimiento de las economías agrícolas; 4) impacto en las tarifas eléctricas; 5) compensación del propietario o comunidad por la propiedad de las turbinas eólicas,

contribuyendo a los ingresos locales; 6) oportunidades de inversión e ingresos por el arrendamiento de tierras de propiedad local o comunal; 7) impactos del valor de la propiedad; 8) mayor demanda de bienes y servicios, aumentando el ingreso local. Por su parte, Greene & Geisken (2013) mencionan que las economías locales se benefician más si las comunidades locales pueden proporcionar una amplia gama de bienes y servicios que se pueden utilizar durante la construcción del parque eólico, en la medida en que la economía local ofrezca bienes y servicios determinará cuan significativo será el impacto final de la economía local.

Por otra parte, Kanagawa & Nakata (2007); Shoaib & Ariaratnam (2016) mencionan que las energías renovables tienen un fuerte vínculo con el aumento de los ingresos y aspectos socioeconómicos como la educación, la salud y la vivienda. Por tal motivo, el aprovechamiento de las energías renovables ofrece una oportunidad única para mejorar diversos aspectos: 1) proporcionar energía asequible y sostenible a poblaciones marginadas; 2) mejorar las condiciones socioeconómicas de la población; 3) mejorar la calidad de vida y disminuir la pobreza.

En el caso de México, una gran proporción de los parques eólicos se encuentran instalados en comunidades rurales marginadas, y la mayoría de estas comunidades comparten características demográficas y de carencias sociales similares. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es analizar si la implementación de los parques eólicos tiene un impacto positivo en la reducción de las carencias socioeconómicas en los municipios donde se encuentran instalados estos proyectos. Por tal motivo, se consideran el Índice de Marginación (IM) y el Índice de Rezago Social (IRS) como las variables de interés, ya que ambos índices miden el grado de marginación y de rezago social de los municipios. También, se consideran los indicadores de pobreza (POB), pobreza moderada (POBM), y pobreza extrema (POBEX), así como el Índice de Desarrollo Humano (IDH) como indicadores de bienestar.

Para lograr este objetivo, se emplea la metodología de Diferencias en Diferencias (DD). Los resultados muestran que la implementación de los proyectos eólicos tiene un impacto positivo en la reducción del grado de marginación y del grado del rezago social en los municipios donde se encuentran instalados estos proyectos en comparación con los municipios que no tienen presencia de estos parques eólicos. Los componentes de ambos indicadores que tienen un mayor

impacto son los de espacios de la vivienda y el de educación. Asimismo, la presencia de estos proyectos tiene un impacto en la reducción de la pobreza y una mejora en el IDH.

Finalmente, el presente trabajo busca contribuir a la literatura relacionada con el impacto económico de las plantas eólicas. Y ser pionero en abordar los impactos socioeconómicos ocasionados por la implementación proyectos eólicos en México, empleando la metodología de DD.

Además de esta introducción, la tesina está estructurada de la siguiente manera: el Capítulo II proporciona una revisión de la literatura. En el Capítulo III se detalla el caso del potencial eólico mexicano y la reglamentación. El Capítulo IV describe los datos. El Capítulo V describe la metodología empleada. El Capítulo VI presenta los resultados y da hincapié a la discusión. El Capítulo VII presenta las conclusiones.

Capítulo 2

Revisión de literatura

La implementación de energías renovables son un factor clave para combatir los problemas ocasionados por el cambio climático, que además generan beneficios económicos y sociales, y promueve la seguridad energética (Lambert & Silva, 2012). Estudios como los de Dincer (2000) y Gonzales & Hernández (2012) mencionan que este tipo de energías renovables favorecen al desarrollo sostenible principalmente en los países en desarrollo. Sin embargo, para lograr este desarrollo y lograr una armonía entre las energías renovables y el bienestar social es necesario que se equilibren los criterios de índole ambiental, económica y social.

En términos generales existe una amplia literatura relacionada con el estudio de las energías renovables y su impacto en los aspectos ambientales, económicos y sociales. Por ejemplo, Ohler & Fetteres (2014) realizan un estudio econométrico para examinar la relación causal entre el crecimiento económico y la generación de energía a partir de fuentes renovables. Bergmann et al. (2008) realizan un experimento de elección para cuantificar las preferencias de las comunidades sobre los impactos ambientales y laborales que pueden resultar de la implementación de proyectos de energías renovables, demuestran que el beneficio del bienestar en estas comunidades depende del tipo de energía renovable y de la escala del proyecto considerado. Por ejemplo, el desarrollo de la energía eólica puede ayudar a ampliar la movilidad laboral en las zonas rurales y a contribuir a crear oportunidades de empleo en las regiones rurales donde se instalan estos parques eólicos.

La literatura sobre la energía eólica, se pueden clasificar en dos categorías, la primera categoría tiene como objetivo estudiar los criterios de aceptación/oposición de la implementación de las plantas eólicas en diversos ámbitos: económicos, políticos y sociales; la segunda categoría evalúa el impacto en el desarrollo económico de las comunidades debido a la instalación de proyectos eólicos.

2.1 Aceptación/Oposición de la implementación de plantas eólicas

En términos generales, Rand & Hoen (2017) mencionan que la aceptación/oposición de la energía eólica depende de 6 características generales: 1) aspectos socioeconómicos; 2) molestias sonoras y percepciones de riesgo para la salud; 3) aspectos visuales y paisajísticos; 4) preocupación y actitudes medioambientales; 5) percepciones en el proceso de planificación, equidad, participación y confianza; 6) distancia de las turbinas eólicas.

Estudios como los de Walker et al. (2014); Hanger et al. (2016); Huesca-Pérez et al. (2016) sugieren que los principales factores que influyen en el nivel de aceptación de la comunidad por lo proyectos eólicos son los impactos sociales y económicos, además, contemplan que un aspecto importante es la consideración de las comunidades tanto en el proceso de planificación y desarrollo del proyecto eólico. Por su parte, Ochoa (2009) realiza un análisis multicriterio, en el cual encuentra que los criterios sociales son un factor muy importante para las comunidades rurales en los países en vías de desarrollo para la aceptación de plantas eólicas.

Mulvaney et al. (2013) realizan un estudio de enfoque de casos múltiples para comprender el contexto en el que la comunidad ha aceptado la implementación de los parques eólicos en tres condados de Indiana. Los autores, muestran que las razones para aceptar estos parques eólicos son los beneficios económicos para la comunidad local, beneficios ambientales y protección del estilo de vida y paisaje agrícola. Rand & Hoen (2017) encuentran resultados similares, ellos mencionan que los impactos socioeconómicos están fuertemente ligados a la aceptación de estos proyectos, y este es un aspecto primordial para los residentes locales, ya que quieren que los beneficios económicos se vean reflejados en la comunidad local, o en caso contrario, los residentes sienten injusticia por soportar la carga de los costos cuando el consumo y beneficios de la energía se disfruta en otros lugares.

Otros estudios emplean la metodología de encuestas para identificar estos criterios. Baxter et al. (2013) realizan un caso de control de estudio en Ontario, mencionan que los aspectos claves para la aceptación de parques eólicos son la percepción al riesgo de salud, beneficios de la comunidad, mejora general de la comunidad y preferencia por la electricidad generada por los aerogeneradores. Bidwell (2013) realiza un estudio por medio de encuestas en la zona costera

de Michigan, en el cual encuentra que la aceptación de los proyectos eólicos depende de la creencia de los beneficios económicos que estos parques proporcionarían a la comunidad. Asimismo, encuentra que los valores altruistas impulsan las actitudes de energía eólica, mientras que los valores tradicionales disminuyen el apoyo a proyectos eólicos. Hall et al. (2013) realizan estudios de caso en el cual identifican un fuerte apoyo comunitario de los parques eólicos en Australia, encuentran que la confianza, la justicia distributiva, la justicia procesal y el apego de lugares son las características más importantes que influyen en la aceptación social de los parques eólicos. Finalmente, Fast & Mabee (2015) y Liebe et al. (2017) mencionan que la aceptación a la implementación de los parques eólicos se debe principalmente al contexto social, las preocupaciones de equidad y la confianza de los residentes, así como el compromiso de las autoridades de planificación y del desarrollo de los parques eólicos con las comunidades.

Asimismo, existen argumentos de oposición a estos proyectos eólicos en trabajos que emplean la misma metodología de encuestas. Por ejemplo, Jones & Eiser (2010) encuentran que la distancia de los aerogeneradores es la principal característica de oposición, ya que les preocupa la visibilidad del sitio y las afectaciones paisajísticas. D'Souza & Yiridoe (2014) menciona que la principal barrera para implementar estos proyectos eólicos son la presencia cercana de los aerogeneradores, las molestias sonoras y visuales de las turbinas eólicas. Los resultados anteriores refuerzan el argumento de Wolsink (2007) y Hanger et al. (2016) quienes mencionan que la resistencia pública local contra estos tipos de proyectos de infraestructura se conoce como el síndrome "not-in-my-backyard" (NIMBY). Este concepto se ha utilizado para explicar la oposición a proyectos de energía renovable, principalmente en contextos de energía eólica. Sin embargo, Van der Horst (2007); Jones & Eiser (2010); Rand & Hoen (2017) coinciden que el término NIMBY por sí solo no es un factor predominante para determinar la aceptación de un proyecto de energía eólica, ya que ha sido desacreditado como simplista, inapropiado y poco útil para explicar las actitudes públicas hacia las instalaciones eólicas antes y después de la construcción.

Otros estudios, como los de Barry et al. (2008); Bidwell (2013); Hall et al. (2013); Mulvaney et al. (2013); Lang et al. (2014) mencionan que hay numerosas razones de oposición a la implementación de energía eólica en las comunidades, como los daños en la vida silvestre debido a los efectos adversos en aves y especies silvestres, los efectos estéticos debido a

impactos o cambios visuales en el paisaje y molestias por las luces de las turbinas por la noche. Asimismo, Wolsink (2000) y Rand & Hoen (2017) argumentan que el ruido de la turbina ocasiona molestias de trastornos de sueño, emociones negativas y una serie de efectos negativos relacionados con la salud. McMurty (2011) sugiere que los impactos más comunes son los problemas en la salud y el bienestar psicológico, debido a una serie de síntomas físicos como el dolor de cabeza, náuseas, vértigo, y mareos, lo que se conoce como el síndrome de la turbina eólica (Pierpont, 2009).

Por otro lado, Anderson (2013) muestra que el surgimiento de una red de resistencia en una comunidad al sur de Australia logro la cancelación a la implementación de un parque eólico, esto debido a que la comunidad no fue contemplada en el proceso de participación al momento de proponer y planear el proyecto de energía eólica. Por último, Hernández (2010) menciona que uno de los principales argumentos de oposición es que no existen negociaciones justas, además, que el impacto cultural y social conllevan a un rompimiento del tejido social.

2.2 Impactos económicos de las plantas eólicas

La literatura argumenta que el aprovechamiento del recurso eólico para la implementación de proyectos de energía eólica es sustancial para mejorar las condiciones económicas de las comunidades. Por ejemplo, Mackenzie & Howes (2006) y Brown et al. (2012) argumentan que la implementación de estos proyectos eólicos ofrece oportunidades para el desarrollo económico local, principalmente en las zonas rurales, en donde la mejora de los ingresos y las oportunidades de empleo eran escasas.

Por su parte, Hain et al. (2005) y Doukas et al. (2012) mencionan que la construcción de estos parques eólicos representa una oportunidad para que las comunidades puedan reinsertar su economía con el fin de crear “eco-economías”, las cuales puedan ser más sostenibles ambiental y económicamente, sin embargo, mencionan que el desafío de las comunidades es examinar hasta qué punto la implementación de estos proyectos eólicos representan una oportunidad de desarrollo. Asimismo, Hall et al. (2013) mencionan que la implementación de las plantas eólicas genera beneficios potenciales en el empleo, aumento del turismo y bajo suministros de carbono.

Algunos estudios mencionan que el impacto de la implementación de las plantas eólicas depende de la magnitud del proyecto eólico y de la etapa en que se encuentren dichos proyectos. Por ejemplo, Álvarez (2006); Simas & Pacca (2013) mencionan que la implementación de las plantas eólicas fomenta la creación del empleo, el cual se cuantifica en las etapas de construcción, instalación, y operación y mantenimiento, siendo las etapas de construcción e instalación las que generan mayores puestos de trabajo. Bergmann et al. (2008) sugieren que el desarrollo de la energía eólica puede ayudar a ampliar la movilidad laboral en las zonas rurales y a contribuir a crear oportunidades de empleo en las regiones rurales donde se instalan estos parques eólicos, sin embargo, mencionan que únicamente una cantidad significativa de puestos de trabajo existirán en la etapa de construcción, ya que el número de creación de puestos de trabajo disminuyen en la etapa operativa.

Desde un enfoque metodológico normativo usando modelos económicos, Aixalá et al. (2003) emplean el Modelo Input-Output (MIO) para cuantificar el impacto de la construcción de los parques eólicos en relación con los beneficios económicos en Aragón, mencionan que la implementación de estos parques eólicos contribuye a incrementar los ingresos de los municipios con presencia de estas plantas eólicas, debido a esto existe una mejora en la infraestructura y en recintos sociales y culturales, que en el largo plazo incrementara el bienestar y el capital humano de los residentes. Leistritz & Coon (2008) emplean el modelo Microcomputer Economic Demographic Assessment (MEDAM) para examinar los efectos económicos debido a la instalación del Centro de Energía de Langdon, sus resultados muestran que la instalación de las plantas eólicas generó beneficios sustanciales para los propietarios donde se encuentran instaladas las plantas eólicas, así como la generación de nuevos empleos e ingresos fiscales para los gobiernos locales, finalmente mencionan que la creación de estos parques eólicos genera una oportunidad para el desarrollo local y mejora de las comunidades.

En la misma línea, Slattery et al. (2011) emplean el modelo Jobs and Economic Development Impact (JEDI) para estimar los impactos económicos del desarrollo de energía eólica en los condados de Texas, menciona que la implementación de la energía eólica crea empleos, aumenta los ingresos fiscales y proporciona ingresos de arrendamiento para los terratenientes, además, resaltan que las planta eólicas se construyen donde existe un mayor potencial del recurso eólico, normalmente se encuentran en las zonas rurales, por lo tanto, la implementación de estas plantas

eólicas genera impactos económicos en las comunidades, sin embargo, la magnitud del impacto depende de la capacidad de la comunidad local para suministrar mano de obra y bienes y servicios, si en cambio las comunidades tienen una capacidad limitada de mano de obra y de servicios es probable que el impacto económico de estos proyectos eólicos no se reflejen en estas comunidades. Greene & Geisken (2013) emplean una combinación del modelo Impact Analysis and Planning (IMPLAN) y JEDI para determinar el impacto económico de las plantas eólicas en el condado de Weatherford, Oklahoma, muestran que el condado recibió un impacto económico sustancialmente durante la etapa de construcción del parque eólico, además, mencionan que el impacto económico depende principalmente del tamaño del proyecto eólico y la cantidad de bienes y servicios que se adquieran localmente.

Por otra parte, existen pocos estudios econométricos que analicen el impacto económico que provocan los proyectos de energía eólica. Por ejemplo, Ohler & Fetters (2014) realizan un estudio econométrico para examinar la relación causal entre el crecimiento económico y la generación de electricidad a partir de fuentes de energía renovable, los autores encuentran evidencia que la energía eólica tiene una relación positiva bidireccional a largo plazo con el PIB, es decir, ante un aumento del 1% de la energía eólica aumenta el PIB real en un 0.053%. Asimismo, Brown et al. (2012) realizan un estudio econométrico ex post de los impactos en el desarrollo económico debido a la implementación de proyectos eólicos a nivel condado en Estados Unidos, encuentran que la implementación de estas plantas eólicas genera un aumento en los ingresos medios personales totales del condado en 0.2% y del empleo en 0.4%. Por su parte, De Faria et al. (2017) emplean métodos econométricos de panel de estudio de eventos y de diferencias en diferencias para evaluar la relación entre los indicadores socioeconómicos a nivel condado y el desarrollo hidroeléctrico en Brasil, encuentran que el desarrollo de las centrales hidroeléctricas aumentan el PIB total, industria y de servicios y disminuyen el PIB agrícola, sin embargo, estos impactos económicos fueron de corta duración; también encuentran evidencia de que no hay grandes impactos observables en los indicadores socioeconómicos en los municipios tratados, los autores argumentan que esto se debe a la ausencia de efectos en el largo plazo en las economías locales por la presencia de estos proyectos hidráulicos.

Sin embargo, algunos trabajos concluyen que los proyectos de energía eólica no tienen un impacto significativo en la mejora económica de las comunidades, por ejemplo, Munday et al.

(2011) emplean el enfoque multi-método y estudios de caso para analizar el impacto económico que genera la implementación de energía eólica en las comunidades rurales de Gales, concluyen que en general el desarrollo económico en estas comunidades rurales por la presencia de proyectos de generación eólica son limitados. Asimismo, Miller & Keith (2018) argumentan que los proyectos de energía eólica tienen impactos negativos ambientales, principalmente climáticos, en las regiones donde se encuentran instalados estos proyectos. Si bien, mencionan que estos impactos ambientales generados por los proyectos eólicos son menores en comparación con la energía fósil, son estadísticamente significativos dentro y fuera del área donde se encuentra instalado el parque eólico. Finalmente, Hernández (2016) realiza un análisis multicriterio en el cual encuentra que los proyectos de energía eólica cuentan con una gran aceptación social, pero no inciden en el desarrollo económico a nivel local.

En conclusión, se puede notar que existe una basta literatura enfocada a la aceptación/negación de las plantas eólicas y al impacto económico ocasionado por estos proyectos. Sin embargo, a pesar de la esta extensa discusión existe una notable escases de estudios econométricos que analicen los impactos socioeconómicos ocasionado por la presencia de los proyectos eólicos. Por lo tanto, el presente trabajo retoma la metodología empleada por De Faria et al. (2017) para cuantificar el caso mexicano, en particular los impactos socioeconómicos que se generan por la implementación de las plantas eólicas en las comunidades de México, lo cual no se ha reportado antes en la literatura, y puede convertirse en un punto de referencia para futuros estudios y aplicaciones.

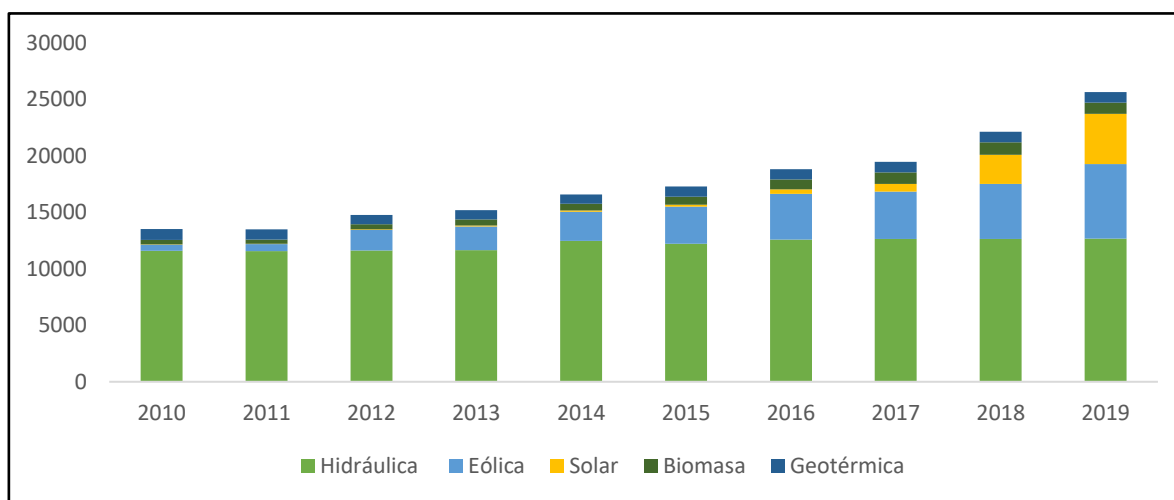
Capítulo 3

Contexto Mexicano

3.1 Potencial eólico en México

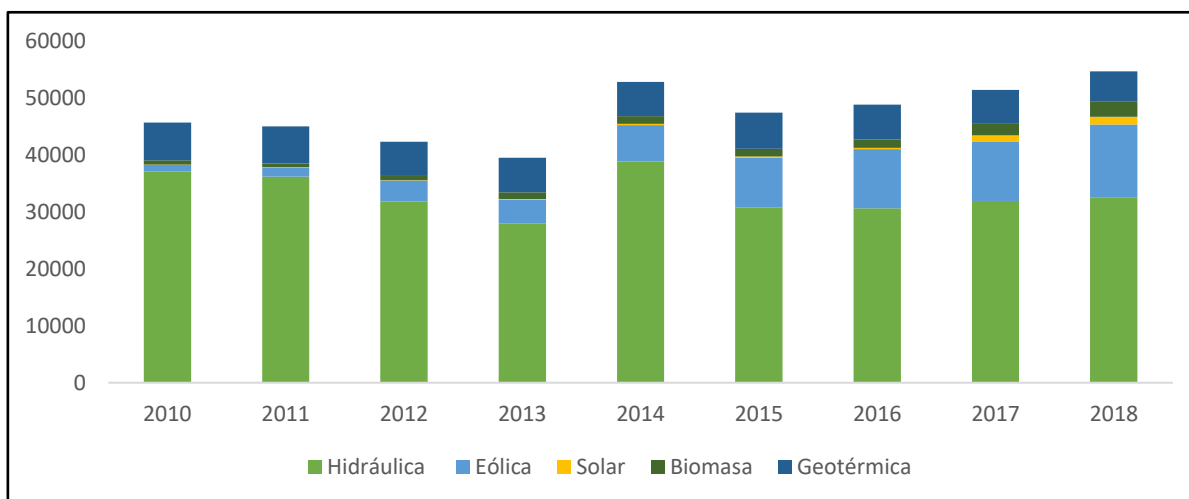
De acuerdo con la International Renewable Energy Agency (IRENA), para el año 2019 la capacidad instalada de electricidad por energías renovables fue de 25,648 MW. La energía hidroeléctrica contribuyó con 12,671 MW, la energía eólica con 6,591 MW y la energía solar con 4,440 MW (véase figura 3.1.1). En el 2018, IRENA reportó que la generación de electricidad por fuentes de energías renovables fue de 54,770 GWh. La energía hidroeléctrica aportó 32,527 GWh, la energía eólica 12,877 GWh, y la energía geotérmica 5,375 GWh (véase figura 3.1.2).

Figura 3.1.1: Capacidad de electricidad (MW) en México



Fuente. Elaboración propia con datos de IRENA, 2020

Figura 3.1.2: Generación de electricidad (GWh) en México



Fuente. Elaboración propia con datos de IRENA, 2020

Asimismo, el Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) reportó que en el año 2016 existen 266 plantas de generación eléctrica con energías limpias.³ La energía hidroeléctrica aportó el 42.4%, la energía eólica el 19.17%, y la energía geotérmica el 11.64%.

Igualmente, el INEL, en el apartado del Inventario Potencial, contiene información sobre las áreas geográficas que tiene alto potencial para generar electricidad con fuentes de energías renovables. Este inventario se clasifica en probado y probable. El potencial probado considera los sitios que cuentan con suficientes estudios técnicos y económicos, que comprueba su factibilidad para generación eléctrica, es decir, son aquellos sitios donde se encuentran por iniciar obras o ya se encuentran en la etapa de construcción de alguna central eléctrica. Por su parte, el potencial probable son aquellos sitios que cuentan con algunos estudios directos e indirectos de campo, sin embargo, aún no se comprueba su factibilidad económica. Por lo tanto, para el año 2016 este inventario reportó que existen 409 centrales eléctricas probadas, y existen 1,224 sitios probables que pueden generar electricidad con fuentes de energías renovables.

³ Información actualizada al 31 de diciembre de 2016.

Cuadro 3.1: Centrales eléctricas con energía limpia en 2016

Energía	Número de plantas	Generación (GWh/a)			Capacidad Instalada (MW)		
		CFE	Privados	Total	CFE	Privados	Total
Biomasa	77	Sin información	1,469.44	1,469.44	Sin información	931.75	931.75
Cogeneración eficiente	22	Sin información	4,705.11	4,705.11	Sin información	1,036.01	1,306.01
Eólica	41	187.04	9,750.88	9,937.92	86.3	3,708.00	3,794.30
Geotérmica	5	5,918.33	115.49	6,033.82	878.45	52.00	930.45
Hidráulica	101	20,687.09	1,293.34	21,980.43	12,172.17	451.32	12,623.49
Nuclear	1	3,857.67	Sin información	3,857.67	1,634.00	Sin información	1,634.00
Otro	1	Sin información	3.60	3.60	Sin información	6.61	6.61
Solar	18	3,710.41	146.92	3,857.34	1.54	151.90	153.45

Fuente. Elaboración propia con datos del INEL

Por ende, la energía eólica es hoy en día una de las fuentes renovables con mayor crecimiento y aprovechamiento significativo. Asimismo, el cuadro 3.1 muestra que México cuenta con 41 plantas de energía eólica en operación las cuales representan el 19% de la generación de energía con fuentes renovables. Estas plantas eólicas se encuentran instaladas en 21 municipios distintos. Por otro lado, hay 75 proyectos potenciales para la generación de energía eólica aprobados y otorgados por la Comisión Reguladora de Energía (CRE),⁴ las cuales se instalarán en 40 municipios distintos. De estos 75 proyectos, 52 plantas se encuentran por iniciar obras y los 23 restantes ya se encuentran en la etapa de construcción (SENER, 2020).

De acuerdo con el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2020-2034, la generación neta de energía eléctrica en 2020 fue de 264,607.57 GWh, de la cual el 25.5% provino de energías limpias con 67,422.50 GWh. La generación hidroeléctrica en el 2020 continúa representando el mayor porcentaje de energías renovables con el 42.4%, en segundo lugar, la energía eólica con 28.4% y en relación con la generación total de energía representa el 5.88% con 15,549.27 GWh; y en cuanto a la capacidad instalada la energía eólica fue de 6,977MW.

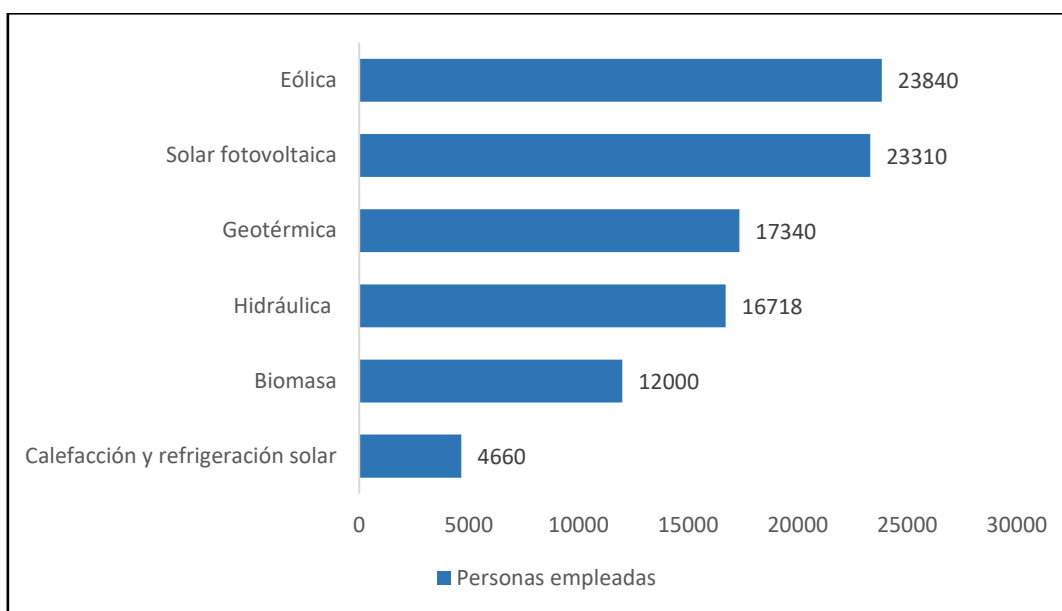
En general, la información presentada anteriormente, muestra evidencia que México cuenta con un gran potencial eólico, a pesar de haber sido explotado en años recientes, el sector ya muestra un alto dinamismo y crecimiento tanto en la capacidad como en la generación de energía eléctrica.

⁴ Información actualizada al 30 de septiembre de 2017.

3.2. Fuentes de empleo en el sector eólico

Las fuentes de energía renovables afectan positivamente el crecimiento económico. Un caso específico son las oportunidades de empleo y mejora de la actividad económica. En el año 2019, de acuerdo con IRENA (2020), el número de empleados en el sector de energía renovable en México fue de 97,868 personas. En primer lugar, se encuentra el sector eólico con 23,840 personas empleadas, el sector solar emplea 23,310 personas, y el sector geotérmico emplea 17,340 personas (véase figura 3.2).

Figura 3.2: Personas empleadas por sector de energía renovable en México en 2020



Fuente. Elaboración propia con datos de IRENA, 2020

Por otro lado, un informe realizado por el proyecto Convergencia de la Política Energética y Cambio Climático en México (CONECC) de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) en coordinación con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y en colaboración con el Instituto para Estudios Avanzados de Sostenibilidad Potsdam (IASS), exploran como los co-beneficios de las energías renovables y de las medidas de ahorro de energía,⁵ pueden desempeñar un papel activo al conectar la

⁵ El término “co-beneficios” se refiere al cumplimiento simultáneo de varios intereses u objetivos resultantes de una intervención de política pública, una inversión del sector privado o una combinación de ambas (Helgenberger, S., Jänicke, M. & Gürtler, K., 2019).

transición energética de México con procesos claves y compromisos de desarrollo como el Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024. Entre sus resultados estiman un impacto en la creación de empleos basándose en la Ley de Transición Energética (LTE) a nivel nacional.

En este informe emplean el modelo JEDI, con el objetivo de estimar los impactos en empleo en términos de años de trabajo,⁶ así como cuantificar los impactos económicos de construir y operar proyectos de energía renovables a gran escala. Por ende, este informe estima los empleos directo e indirecto. Los cuales se definen de la siguiente manera:

- I. Directos: Son los gastos directos de desarrollo en los proyectos.
- II. Indirecto: Actividades económicas derivadas y efectos de la cadena de suministros.

Asimismo, mencionan que la creación de empleos en sector de energías renovables cumple con los objetivos climáticos y energéticos implicados en la transición energética. Por lo tanto, estiman estos empleos a través de dos rutas:

- I. Ruta de política actual con las Metas de la Ley de Transición energética (MLTE), basada en el Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) de 2019.
- II. Ruta de transición a cero emisiones de carbono (ZCT) (por sus siglas en ingles), basada en PRODESEN.

Entonces, si se implementan plenamente los objetivos establecidos tanto en la MLTE y ZCT, los resultados son los siguientes:

- I. MLTE: Creará más de 375 años de trabajo directo e indirecto para el año 2030; y 1,010,000 años de trabajo directo e indirecto para el año 2050.
- II. ZCT: Creará 667,000 años de trabajo directo e indirecto para el año 2030; y 1,923,000 años de trabajo directo e indirecto para el año 2050.

⁶ Un año de trabajo se define como empleo a tiempo completo para una persona durante un año.

3.2.1 Empleo directo

El número de empleos generados en las etapas de construcción; y operación y mantenimiento (O&M), las estimaciones son las siguientes:

- I. En la fase de construcción todas las tecnologías de energías renovables superan a las tecnologías de generación de energía fósil, particularmente la energía eólica. Los datos son los siguientes:

Energía eólica: con 21 años de trabajo por MW instalado.

Energía fotovoltaica: con 9.5 años de trabajo por MW instalado.

Energía carboeléctrica: con 5.5 años de trabajo por MW instalado.

Energía generada con gas: con 1 año de trabajo por MW instalado.

- II. En la fase de Operación y Mantenimiento (O&M). La energía solar es la que emplea más trabajos por MW instalado. Los datos son los siguientes:

Energía solar: con 0.4 años de trabajo por MW instalado.

Energía carboeléctrica: con 0.14 años de trabajo por MW instalado.

Energía eólica: con 0.08 años de trabajo por MW instalado.

Energía generada con gas: con 0.05 años de trabajo por MW instalado.

- III. Fase de construcción y fase de O&M juntas.

Energía eólica: creará 45.74 años de trabajo por MW instalado.

Energía solar: creará 18.14 años de trabajo por MW instalado.

Energía carboeléctrica: creará 11.3 años de trabajo por MW instalado.

Energía generada con gas: creará 3.61 años de trabajo por MW instalado.

3.2.2 Empleo indirecto

Los beneficios de empleo en las fases de instalación y operación de proyectos de energía renovable, conduce a efectos indirectos adicionales en la economía en general. Estos impactos inducidos en el empleo aparecen en diferentes sectores y crean empleo, por ejemplo, en los sectores de vivienda y servicios como el transporte y la salud. Estos efectos indirectos económicos provocados por las inversiones en energía eólica y solar pueden crear más años de trabajos adicionales. Las estimaciones son las siguientes:

- I. MLTE: Se crearán más de 200,000 años de trabajo inducidos adicionales para el periodo de 2020-2024 y de 255,000 años de trabajo inducidos adicionales para el periodo de 2024-2030.
- II. ZCT: Se crearán más de 250,000 años de trabajo inducidos adicionales para el periodo de 2020-2024 y de 475,000 trabajos inducidos adicionales para el periodo de 2024-2030.

Es decir, las oportunidades de empleo creadas por el efecto indirecto de aumentar las energías renovables en México generaran entre 39% y 41% años de trabajo adicionales en cada periodo.

En conclusión, el aprovechamiento del potencial eólico en México y su rápido crecimiento, aunado a que la implementación de estos proyectos genera una gran inversión y emplean un número significativo de trabajadores, en conjunto estos factores ofrecen oportunidades para impulsar el desarrollo económico de las comunidades y disminuir el grado de las carencias socioeconómicas en las comunidades donde se instalan estos proyectos eólicos.

3.3. Reglamentación

En esta sección se analiza el marco legal, en el cual se abordan los aspectos más relevantes de las leyes que tienen mayor impacto en la implementación de proyectos de energías renovables. El Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN), establece los objetivos, metas, estrategias y prioridades que deben adaptarse para satisfacer la demanda del Sistema Eléctrico Nacional, garantizando que su operación se realice en condiciones de

eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y sustentabilidad, para lo cual, deberá dar cumplimiento a los objetivos de las diferentes fuentes de generación eléctrica, considerando la inversión necesaria para los proyectos (SENER, 2021). Por tal motivo, se deben resaltar las siguientes reglamentaciones.

3.3.1. Ley de la Industria Eléctrica

La Ley de Industria Eléctrica (LIE) es reglamentada en los artículos 25, párrafo cuarto; 27 párrafo sexto y 28, párrafo cuarto de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y tiene por objeto regular la planeación y el control del Sistema Eléctrico Nacional, el Servicio Público de Transición y Distribución de Energía Eléctrica y las demás actividades de la industria eléctrica.⁷

La finalidad de esta Ley es promover el desarrollo sustentable de la industria eléctrica, asimismo, busca garantizar que la operación sea eficiente, segura y que cumpla las obligaciones de emplear energías limpias, y la reducción de las emisiones contaminantes, en beneficio de los usuarios.

También, la LIE establece políticas y estrategias para suministrar electricidad a las comunidades rurales y zonas urbanas marginadas al menor costo para el país, en congruencia con el desarrollo del sector eléctrico y el uso de las energías limpias de la política energética. Donde la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), la Secretaría de Energía (SENER) y la Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL) evaluarán y, en su caso, impulsarán programas de apoyos focalizados en mejorar el suministro eléctrico, tener precios accesibles en las zonas rurales como urbanas marginadas y en condiciones de vulnerabilidad.⁸

Además, de acuerdo con el Capítulo II, Del Impacto Social y Desarrollo Sustentable, la LIE establece que los proyectos de infraestructura de los sectores públicos y privados en la industria

⁷ Artículo 1 de la LIE.

⁸ Artículo 116 de la LIE.

eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretenda desarrollar.⁹

3.3.2 Ley de Transición Energética

La Ley de Transición Energética (LTE) en su artículo 14, fracción XVI, faculta a la Secretaría de Energía para promover la construcción de obras de infraestructura eléctrica que facilite la interconexión de energías limpias al Sistema Eléctrico Nacional.

Tiene como objetivo regular el aprovechamiento sustentable de las energías, así como las obligaciones en materia de energías limpias y de reducción de emisiones contaminantes de la Industria Eléctrica, manteniendo la competitividad de los sectores productivos.¹⁰ Este objetivo comprende: 1) prever el incremento gradual de la participación de energías limpias en la industria eléctrica con el objetivo de cumplir las metas establecidas en materia de generación de energías limpias y de reducción de emisiones; 2) aprovechar el objetivo de la Ley General de Cambio climático (LGCC), relacionado con las metas de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) y de generación de electricidad, provenientes de fuentes de energía limpia; 3) promover el aprovechamiento energético de los recursos naturales y de los residuos; entre otros.¹¹

De esta manera, la estrategia de la LTE establece el instrumento rector en el mediano y largo plazo de la política nacional en materia del cumplimiento y aprovechamiento de energías limpias y sustentables. Por ende, la SENER promoverá que la utilización de fuentes de energías limpias alcance los niveles establecidos por la LGCC para la generación de electricidad en la industria eléctrica, conforme lo estable la LTE. Igualmente, la SENER deberá impulsar la eficiencia energética en el mercado eléctrico del país. Con base a lo anterior, la visión 2050 plantea que México contará con: 1) un sector eléctrico basado en tecnologías limpias, energéticamente eficientes y que promuevan la productividad, el desarrollo sustentable y la equidad social en el

⁹ Artículo 117 de la LIE.

¹⁰ Artículo 1 de la LTE.

¹¹ Estrategia de Transición para Promover el Uso de Tecnologías y Combustibles más Limpios, en términos de la Ley de Transición Energética, publicada el 7 de febrero de 2020.

país; 2) una población con acceso total a las tecnologías de punta, a los menores costos, con mejor calidad de vida, menor desigualdad social y que incorpore y adopte en sus servicios energéticos a las energías renovables y las prácticas de eficiencia energética, entre otros.

Asimismo, las metas de las energías limpias de la LTE recogen algunos cumplimientos de mitigación establecidas en la abrogada Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), la cual establecía que para el año 2024, la electricidad que se consuma en el país no tenga una participación mayor del 65% generado a partir de combustibles fósiles. También, la LTE establece que: La SENER fijará como meta una participación mínima de energías limpias en la generación de energía eléctrica del 30 % para el año 2021 y del 35 por ciento para el 2024.¹²

3.3.3 Ley General del Cambio Climático

La Ley General del Cambio Climático (LGCC) tiene como objetivo garantizar el derecho a un medio ambiente sano, a un desarrollo sustentable, así como a la preservación y restauración del equilibrio ecológico. También, una de las principales características de la LGCC, es el establecimiento de un conjunto de metas con el fin de orientar el desempeño de México hacia una economía baja en carbono y de emisiones de GEI.

Por otra parte, en el Artículo Segundo Transitorio de la LGCC se asume una meta aspiracional de reducir un 50% las emisiones con respecto a las emitidas en el año 2000.¹³ Mientras que el Artículo Tercero Transitorio de la LGCC, establece el objetivo de lograr por lo menos 35% de generación de energía eléctrica a base de energías limpias para el año 2024.¹⁴ Por tal motivo, la LGCC fomenta las prácticas de eficiencia energética y promueve el uso de fuentes renovables de energía para la generación de electricidad.

Además, la LGCC establece que se debe hacer una evaluación de la política nacional del cambio climático, la sustitución de manera gradual el uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la medición de la eficiencia energética, el desarrollo y

¹² Artículo Tercero Transitorio de la LTE.

¹³ Artículo Segundo Transitorio de la LGCC.

¹⁴ Artículo Tercero Transitorio de la LGCC.

uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono.¹⁵

3.4 Acuerdos y Tratados Internacionales

México ha adquirido una serie de compromisos y tratados internacionales en relación con el cambio de la matriz energética y la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero. Por lo tanto, la política energética establecida en PRODESEN 2019-2033, adopta las obligaciones y compromisos de los programas y demás instrumentos de mitigación que se han desarrollado en la Convención del Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Protocolo de Kioto, el Acuerdo de París y la Agenda 2030 (SENER, 2021). A continuación, se describen cada uno de estos convenios emitidos bajo el PRODESEN 2020-2034.

3.4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUCC) fue firmada por el Gobierno de México el 13 de junio de 1993 y aprobada por la Cámara de Senadores del H. Congreso de la Unión el 3 de diciembre de 1993. El objetivo es lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera con el fin de impedir interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático. Además, este nivel debe lograrse en un plazo suficientemente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico persista de manera sostenible.

¹⁵ Artículo 102 Fracciones III y IV de la LGCC.

3.4.2 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto entró en vigor el 16 de febrero de 2005 para las naciones que lo ratificaron, entre ellas México, que lo hizo en el año 2000 (SEMARNAT, 2016). Asimismo, es un instrumento jurídicamente vinculante que compromete a los países industrializados reducir las emisiones de GEI: dióxido de carbono (CO₂), gas metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O). Además de tres gases industriales fluorados: hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆); compromiso para impulsar un desarrollo sostenible con la generación de energías verdes, entre otros (SEMARNAT, 2017).

3.4.3 Acuerdo de París

El Acuerdo de París compromete a las naciones, tanto desarrolladas como en vía de desarrollo, a trabajar unidas, de manera ambiciosa, progresiva, equitativa y transparente, para limitar el incremento de la temperatura global.

El 4 de noviembre de 2016 se promulgó en el Diario Oficial de la Federación el Acuerdo de París, a partir de ello México asume los compromisos de mantener el aumento de la temperatura media anual por debajo de 2°C y limitar el aumento de la temperatura a 1.5°C con respecto a los niveles preindustriales, así como reducir las emisiones de GEI (SE, 2021). A partir de ello, y dado que la contribución de la producción de energía eléctrica en las emisiones totales nacionales brutas son de alrededor de 20.26% (INECC, 2018), México ha establecido metas para la generación eléctrica por medio de fuentes de energías limpias.

3.4.4 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

La Agenda 2030 plantea 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) con 169 metas de carácter integrado e indivisible que abarcan las esferas económicas, social y ambiental. El ODS 7, garantiza el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todas y todos. Entre sus metas, tenemos: 1) garantiza el acceso universal a servicios de energía asequibles,

fiables y modernos; 2) para el 2030, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas; entre otras (Agenda 2030, 2017).

En el caso de México, las principales leyes vinculadas con el ODS 7, son la Ley de Transición Energética; la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente; la Ley General del Cambio Climático; la Ley General de Desarrollo Sostenible; la Ley de la Industria Eléctrica; y la Ley de Hidrocarburos (Estrategia Legislativa para la Agenda 2030, 2020).

Por lo tanto, la implementación de estos proyectos eólicos además potencializar la actividad económica local, pueden contribuir a lograr los diversos compromisos de mitigación de efectos de GEI y cumplir las metas de emplear energías renovables para la generación de electricidad.

Sin embargo, ante la iniciativa de la nueva reforma de la LIE muchos de los beneficios expuestos en los puntos anteriores pueden verse afectados, en particular, estas iniciativas desincentivarán los instrumentos de mercado para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes limpias, lo que causará mayores emisiones de GEI. También, esta iniciativa implicará alejarse de los compromisos de limitar el aumento de la temperatura a 1.5°C del acuerdo de París. Finalmente, esta nueva reforma promueve indirectamente mayor uso de fuentes fósiles en comparación con energías renovables para la generación de electricidad, lo que, por ejemplo, pondrá en jaque la implementación de nuevos proyectos de energía eólica y con ello la pérdida de beneficios en la mejora económica, número de empleos, y en la disminución de las carencias socioeconómicas de las comunidades.

Capítulo 4

Datos

Para analizar el efecto de la implementación de las plantas eólicas y su relación con la actividad económica de las comunidades, se recopilan los siguientes datos; en cuestión de la capacidad de generación de energía por plantas eólicas, los datos son extraídos del inventario del aprovechamiento de energías limpias en generación de electricidad,¹⁶ y del inventario de proyectos potenciales para la generación de energías limpias,¹⁷ ambos bancos de datos son provenientes del Inventario Nacional de Energías Limpias (INEL) de la SENER. Esto nos permitió en una primera instancia poder establecer el grupo control y el grupo tratamiento al momento de aplicar el método econométrico.

Los municipios del grupo tratamiento, son aquellos municipios que ya cuentan con una implementación de una planta eólica en operación. Para identificar estos municipios se utilizó la base de datos del INEL, la cual contiene la información georreferenciada de la ubicación de estas plantas eólicas. La base de datos muestra que existen 41 plantas de energía eólica, las cuales se encuentran instaladas en 12 municipios distintos.

Los municipios del grupo control se seleccionaron por las siguientes razones: 1) son los municipios que en un corto o mediano plazo contarán con instalaciones de plantas eólicas, ya que tienen permisos aprobados por la CRE, pero al momento de realizar el estudio estas plantas eólicas aún no se encontraban en la etapa de construcción; 2) contemplan aspectos geográficos similares, principalmente: aspectos de orografía y la rugosidad superficial de terreno, así como la velocidad y dirección del viento (SEGOB, 2015); 3) similitud en aspectos demográficos. Para identificar estos municipios se utilizó la base de datos del INEL, la cual reporta que hay 75 proyectos potenciales para la generación de energía eólica ya aprobados y otorgados por la CRE, de los cuales 52 proyectos eólicos se encuentran por iniciar obras y los 23 restantes ya se encuentran en la etapa de construcción. También, la base de datos contiene información sobre

¹⁶ Información actualizada al 31 de diciembre de 2016.

¹⁷ Información actualizada al 30 de septiembre de 2017.

la ubicación georreferenciada y de las características de estos proyectos, los cuales se instalarán en 38 municipios distintos (véase figura 4.1).¹⁸

Figura 4.1: Ubicación de las plantas eólicas en operación y en planes de operación.



Fuente. Elaboración propia con datos del INEL.

Nota. El inventario de energías eólica representa los parques eólicos en operación y el potencial de energía eólica representa los parques eólicos aprobados.

En cuanto a los datos de las variables socioeconómicas, se utiliza el Índice de Marginación (IM), los datos son extraídos del Consejo Nacional de Población (CONAPO); el Índice de Rezago Social (IRS), los datos son extraídos del Consejo Nacional de Evaluación de Políticas de Desarrollo Social (CONEVAL); también se emplean algunos componentes de ambos indicadores. Asimismo, se emplea los indicadores de Pobreza (POB), Pobreza Moderada (POBM) y Pobreza Extrema (POBEX), los datos son extraídos del CONEVAL. Finalmente, se emplea el Índice de Desarrollo Humano (IDH), como una medida de bienestar, los datos son extraídos del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD); asimismo, se emplean variables control como la Densidad Poblacional extraída del CONAPO, y datos de finanzas, como las Aportaciones Federales y Estatales, y la Inversión Pública, estos últimos extraídos del aparato de Finanzas Públicas Municipales del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Todos los bancos de datos son a nivel municipal y para el periodo 2010 y 2015, excepto el banco de datos del IRS el cual es a nivel municipal, pero para los periodos 2005, 2010, 2015 y 2020. En el cuadro 4.1 se describen cada variable empleada.

¹⁸ Véase cuadro A.1 en anexos.

Cuadro 4.1: Descripción de las variables

Variable	Descripción
IM	Índice de Marginación
IRS	Índice de Rezago Social
POB	Porcentaje de personas en situación de pobreza
POBM	Porcentaje de personas en situación de pobreza moderada
POBEX	Porcentaje de personas en situación de pobreza extrema
IDH	Índice de Desarrollo Humano
DEN_POB	Densidad Poblacional
VPHSD	Porcentaje de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni servicio sanitario
VPHCH	Porcentaje de viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento
RE	Rezago Educativo
VPHNE	Porcentaje de las viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario
VPSR	Porcentaje de viviendas particulares habitadas que no disponen refrigerador
AFE	Aportaciones Federales y Estatales
IP	Inversión Pública

Fuente. Elaboración propia.

4.1 Índice de Marginación

En 1990 la CONAPO definió a la marginación como un fenómeno complejo y multidimensional que, por un lado, expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, asimismo, se contempla en la exclusión de grupos sociales del proceso de desarrollo y del disfrute de sus beneficios.

Por lo tanto, el IM es un índice multidimensional que en las entidades federativas y los municipios mide la intensidad a través de nueve formas de exclusión agrupadas en cuatro dimensiones: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios. Es decir, el IM permite categorizar a las unidades geoestadísticas de acuerdo con las carencias socioeconómicas que enfrenta su población, de esta forma se crean cinco estratos: “muy bajo”, “bajo”, “medio”, “alto” y “muy alto” grado de marginación. Siendo el estrato muy alto (índice positivo) el de mayor grado de marginación y el estrato muy bajo (índice negativo) el de menor grado de marginación (CONAPO, 2016).

4.2 Índice de Rezago Social

El CONEVAL creó el IRS,¹⁹ la cual es una medida ponderada que resume cuatro indicadores de carencias sociales (educación, salud, servicios básicos y espacios de la vivienda) en un solo índice que tiene como finalidad ordenar las unidades de observación según sus carencias sociales (CONEVAL, 2010).

Por lo tanto, el IRS permite ordenar las unidades de observación (localidad, municipio, estado) según sus carencias sociales las cuales se estratifican en cinco categorías, de tal forma que dentro de cada categoría las unidades fueran lo más homogéneas posible y entre los estratos lo más distinto posibles. De esta forma se crearon cinco estratos que son: “muy bajo”, “bajo”, “medio”, “alto” y “muy alto” grado de rezago social.

Entonces, si el IRS se encuentra en el estrato muy alto (índice positivo) se refiere a la población con un muy alto grado de rezago social. Asimismo, cuando el IRS se encuentra en el estrato muy bajo (índice negativo) se refiere a la población con menor grado de rezago social.

4.3 Pobreza

La Ley General de Desarrollo Social, en su Artículo 36, menciona que el CONEVAL debe establecer los lineamientos y los criterios para realizar la definición, identificación y medición multidimensional de la pobreza, tomando en consideración al menos los siguientes indicadores: ingreso corriente per cápita; rezago educativo promedio en el hogar; acceso a los servicios de salud; acceso a la seguridad social; calidad y espacios de la vivienda; acceso a los servicios básicos en la vivienda; acceso a la alimentación; grado de cohesión social; y grado de accesibilidad a la carretera pavimentada (CONEVAL, 2010).

En este caso, se emplean 3 distintos indicadores de medición de la pobreza (CONEVAL, 2010):

¹⁹ Notar que no se trata de una medición de la pobreza, ya que no incorpora los indicadores de ingreso, acceso a la seguridad social ni acceso a la alimentación.

- 1) Pobreza: Una persona se encuentra en situación de pobreza cuando tiene al menos una carencia social y su ingreso es insuficiente para adquirir los bienes y servicios que requieren satisfacer sus necesidades alimentarias y no alimentarias.²⁰
- 2) Pobreza moderada: Es aquella persona que, siendo pobre, no es pobre extrema. La incidencia de pobreza moderada se obtiene al calcular la diferencia entre la incidencia de la población en pobreza menos la de la población en pobreza extrema.
- 3) Pobreza extrema: Una persona se encuentra en situación de pobreza extrema cuando tiene tres o más carencias, de seis posibles, dentro del Índice de Privación Social,²¹ y también, se encuentre por debajo de la línea de bienestar mínimo.²² Las personas en esta situación disponen de un ingreso tan bajo que, aun si lo dedicase por completo a la adquisición de alimentos, no podría adquirir los nutrientes necesarios para tener una vida sana.

4.4 Índice de Desarrollo Humano

El Índice de Desarrollo Humano (IDH) se creó para hacer hincapié en que la ampliación de las oportunidades de las personas debería ser el criterio más importante para evaluar los resultados en materia de desarrollo. Es decir, sintetiza el avance promedio de tres aspectos básicos del desarrollo humano: disfrutar de una vida larga y saludable, acceso a educación y nivel de vida digno (PNUD, 2019).

El IDH se mide en un rango de cero a uno, en el que los valores más cercanos a uno significan un mayor desarrollo humano, y las variables que se utilizan según su dimensión son: salud, educación y nivel de vida. Finalmente, el IDH ha sido un indicador clave para medir el bienestar de la población en México (PNUD, 2019).

²⁰ Aquí se contemplan los seis indicadores de rezago educativo, acceso a servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, servicios básicos en la vivienda y acceso a la alimentación.

²¹ Índice construido para cada persona a partir de la suma de los seis indicadores asociados a las carencias sociales. Es decir, el número de carencias que tiene una persona (rezago educativo, acceso a los servicios de salud, acceso a la seguridad social, calidad y espacios de la vivienda, acceso a los servicios básicos de la vivienda, y acceso a la alimentación).

²² Permite identificar a la población que, aun al hacer uso de todo su ingreso en la compra de alimentos, no podría adquirir lo indispensable para tener una nutrición adecuada.

En el cuadro 4.2 se presentan las estadísticas descriptivas de cada variable empleada, tanto para el grupo de tratamiento y de control, para los periodos de 2010 y 2015, excepto para el IRS en el cual se emplean los periodos 2005, 2010, 2015 y 2020. Encontramos que el promedio del IM fue de -.543 para el periodo 2010 y -.533 para el periodo 2015, para el caso del IRS el promedio fue de -.593 para los periodos 2005 y 2010 y de -.584 para los periodos 2015 y 2020. En cuanto a los indicadores de pobreza tenemos que el promedio de POB, POBM, POBEX fueron de 53.524%, 41.055%, 12.469% respectivamente para el periodo 2010 y de 51.66%, 42.751%, 8.909% para el periodo 2015. Finalmente, en cuanto al IDH para el periodo 2010 fue de .686 y para el año 2015 fue de .712.

Cuadro 4.2: Estadísticas Descriptivas

PERIODO	GRUPO	MEDIA	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	MIN	MAX	N
2010						
IM	T&C	-0.543	0.693	-1.884	0.702	50
	T	-0.902	0.668	-1.873	0.216	12
	C	-0.430	0.669	-1.884	0.702	38
IRS	T&C	-0.593	0.578	-1.810	0.554	100
	T	-0.847	0.488	-1.657	-0.054	24
	C	-0.513	0.583	-1.810	0.554	76
POB	T&C	53.524	17.488	20.800	85.069	50
	T	45.287	16.039	20.800	67.827	12
	C	56.125	17.308	25.152	85.069	38
POBM	T&C	41.055	10.071	19.775	59.514	50
	T	35.871	9.772	19.775	50.171	12
	C	42.692	9.719	22.532	59.514	38
POBEX	T&C	12.469	9.149	0.844	42.398	50
	T	9.417	6.491	1.025	19.496	12
	C	13.433	9.714	0.844	42.398	38
IDH	T&C	0.686	0.057	0.585	0.809	50
	T	0.716	0.058	0.625	0.791	12
	C	0.676	0.054	0.585	0.809	38
DEN_POB	T&C	62.718	141.740	1.410	941.120	50
	T	87.715	112.852	1.470	314.670	12
	C	55.455	150.313	1.410	941.120	38
VPHSD	T&C	8.631	8.899	0.120	35.720	50
	T	3.506	4.732	0.120	16.560	12

	C	10.250	9.328	0.230	35.720	38
	T&C	40.139	8.961	23.180	60.110	50
VPHCH	T	35.230	6.452	27.170	46.240	12
	C	41.689	9.148	23.180	60.110	38
	T&C	52.157	11.483	29.051	73.959	50
RE	T	45.344	11.419	29.051	60.916	12
	C	54.309	10.772	29.335	73.959	38
	T&C	10.642	9.089	1.107	37.393	50
VPHNE	T	5.202	5.178	1.107	19.719	12
	C	12.360	9.424	1.162	37.393	38
	T&C	21.879	11.942	2.655	52.611	50
VPSR	T	16.842	8.382	3.654	29.981	12
	C	23.470	12.536	2.655	52.611	38
	T&C	71.100	126	3.518	550	50
AFE	T	113	189	9.347	550	12
	C	57.8	98	3.518	546	38
	T&C	51.3	103	2.479	570	50
IP	T	69.5	128	4.084	445	12
	C	45.5	94	2.479	570	38
<hr/>						
2015						
<hr/>						
	T&C	-0.553	0.658	-1.867	0.713	50
IM	T	-0.898	0.609	-1.849	0.113	12
	C	-0.444	0.642	-1.867	0.713	38
	T&C	-0.584	0.483	-1.466	0.726	100
IRS	T	-0.762	0.403	-1.427	-0.136	24
	C	-0.528	0.495	-1.466	0.726	76
	T&C	51.660	18.003	14.623	85.979	50
POB	T	42.130	15.890	14.623	63.335	12
	C	54.669	17.760	22.940	85.979	38
	T&C	42.751	12.446	13.701	66.962	50
POBM	T	35.577	11.511	13.701	49.866	12
	C	45.017	11.991	21.144	66.962	38
	T&C	8.909	7.333	0.850	35.277	50
POBEX	T	6.554	4.778	0.921	13.469	12
	C	9.652	7.877	0.850	35.277	38
	T&C	0.712	0.055	0.622	0.832	50
IDH	T	0.745	0.061	0.640	0.825	12
	C	0.702	0.050	0.622	0.832	38
	T&C	67.147	153.103	1.379	1010.604	50
DEN_POB	T	93.492	125.683	1.440	353.939	12
	C	58.828	161.401	1.379	1010.604	38

	T&C	5.793	7.099	0.030	25.170	50
VPHSD	T	1.972	3.586	0.030	13.030	12
	C	7.000	7.529	0.140	25.170	38
	T&C	31.899	7.573	18.540	47.580	50
VPHCH	T	28.215	5.108	21.630	37.670	12
	C	33.062	7.900	18.540	47.580	38
	T&C	45.320	10.806	22.144	63.948	50
RE	T	39.891	10.671	23.213	53.346	12
	C	47.034	10.402	22.144	63.984	38
	T&C	7.081	7.186	0.372	26.395	50
VPHNE	T	3.010	4.101	0.372	15.650	12
	C	8.366	7.504	0.888	26.395	38
	T&C	16.573	10.139	2.670	44.842	50
VPSR	T	12.029	5.957	3.671	21.251	12
	C	18.009	10.807	2.670	44.842	38
	T&C	105	182	0	865	50
AFE	T	186	287	14.600	865	12
	C	79.9	129	0	673	38
	T&C	58.9	78.3	2.003	372	50
IP	T	89	132	4.475	372	12
	C	49.4	50.6	2.003	214	38

Fuente. Elaboración propia.

Nota. T denota al grupo tratamiento y C denota el grupo control.

Las cifras de AFE e IP se encuentran en millones de pesos.

La estadística descriptiva del periodo 2010 del IRS comprende los años 2005 y 2010;

y para el periodo 2015 comprende los años 2015 y 2020.

Capítulo 5

Modelo

En este caso, nuestro enfoque se basa en el contexto del análisis de un estudio observacional, en el cual se examina la relación de la implementación de las plantas eólicas y su relación con la actividad económica a nivel municipio. Dado que la implementación de estas plantas eólicas ocurre en diferentes ubicaciones y en distintos periodos, empleamos un enfoque de comparación, ya que este nos permite obtener un panorama detallado de los patrones de la actividad económica a través del tiempo y espacio.

Este enfoque nos permite comparar a los municipios tratados con los municipios control. Al comparar ambos grupos tanto el grupo tratado como el grupo de control se eliminará cualquier diferencia con respecto al tiempo entre ambos grupos. Por otra parte, este enfoque asume el supuesto que los municipios con planes futuros de implementación de energía eólica comparten características similares con los municipios donde ya existen presencia de planta eólicas.

En nuestro caso el periodo de punto de quiebre fue el año 2011, ya que a partir de este año y posteriores a este, la gran mayoría de las plantas de energía eólica del grupo tratamiento ya se encontraba en la fase operativa, es decir, en años anteriores a 2010 no existían plantas en operación en ningún municipio. Finalmente, para el análisis econométrico para el grupo de tratamiento se emplearon 12 municipios y para el grupo control 38 municipios, ya que existen 10 municipios que están presentes tanto en el grupo de tratamiento como en el grupo de control, es decir, en estos municipios ya hay presencia de plantas eólicas en operación y en un futuro se implementaran más plantas eólicas en estos municipios.

5.1 Método Diferencias en Diferencias

El método de Diferencias en Diferencias (DD) es adecuado en contextos de evaluación donde los datos observacionales de las unidades tratadas y no tratadas están disponibles antes y después del tratamiento. También, se puede demostrar que los efectos causales, bajo la estructura de datos, pueden ser identificados y estimados consistentemente por DD (Cerulli, 2015).

Por tal motivo, se emplea el método DD, ya que se quiere medir el efecto de una intervención, en este caso la implementación de plantas eólicas, sobre el grupo de tratamiento con respecto al grupo control antes mencionados en un determinado periodo de tiempo.

La idea de este método es que se pretende eliminar cualquier componente sistemático y común en ambos grupos que vayan cambiando con el tiempo, el cual podría afectar el efecto de la política implementada. Asimismo, la diferencia también puede eliminar cualquier otro componente individual no observable de cada grupo. Por ende, este método es una estrategia identificadora del efecto tratamiento promedio.

En la literatura se ha propuesto dos tipos de estimadores DD, cuya elección depende si los datos son datos panel: en este caso la misma unidad (ya sea tratada o no) se observa antes y después de que se produjo un tratamiento; o son una sección transversal repetida: las unidades observadas antes y después del tratamiento (ya sean tratadas o no) pueden ser diferentes (Cerulli, 2015). En nuestro estudio se emplea el estimador DD en datos panel.

5.1.1 DD con Datos Panel

El diseño de este método requiere observar dos grupos de individuos en al menos dos momentos distintos del tiempo, siendo uno de esos dos grupos afectado por un cambio, cuyo efecto causal se pretenda estimar. El planteamiento básico del modelo siguiendo la nomenclatura de Cerulli (2015) es el siguiente:

- Suponer que se observa a una misma unidad, es decir, $i = \{0,1\}$ donde $i = 1$ es el grupo tratado el cual es afectado por algún cambio, e $i = 0$ es el grupo control, es decir, el que no recibe ningún cambio;
- Los grupos son observados en al menos dos momentos en el tiempo, entonces, $T_i = \{0,1\}$, donde $T_i = 0$ es antes del cambio y $T_i = 1$ es después del cambio;
- Y para cada individuo se observa una variable de interés Y_i , por lo tanto, cada observación de Y_i se puede identificar en el grupo i y en el tiempo T_i .

El estimador DD se define como el estimador α en la siguiente regresión

$$\begin{cases} t = 1: Y_{i1} = \mu_1 + \alpha D_{i1} + u_{i1} \\ t = 0: Y_{i0} = \mu_{i0} + \alpha D_{i0} + u_{i0} \\ D_{i0} = 0 \end{cases} \quad (1)$$

De forma econométrica se tiene el siguiente modelo:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 G_{it} + \beta_2 T_{it} + \alpha G_{it} T_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Entonces, para ver el efecto de una política, el modelo de diferencias en diferencias primero calcula las medias de cada grupo en ambos momentos del tiempo. Es decir, el estimador DD es el siguiente:

$$\hat{\alpha} DID = (\bar{Y}_{i1} - \bar{Y}_{i0})_{tratado} - (\bar{Y}_{i1} - \bar{Y}_{i0})_{control} \quad (3)$$

Reordenando la ecuación anterior, tenemos:

$$\hat{\alpha} DID = (\bar{Y}_{i1}^T - \bar{Y}_{i1}^C) - (\bar{Y}_{i0}^T - \bar{Y}_{i0}^C) \quad (4)$$

Donde:

- \bar{Y}_{i1}^T = Promedio de Y en el tratamiento cuando $T = 1$
- \bar{Y}_{i1}^C = Promedio de Y en el control cuando $T = 1$
- \bar{Y}_{i0}^T = Promedio de Y en el tratamiento cuando $T = 0$
- \bar{Y}_{i0}^C = Promedio de Y en el control cuando $T = 0$

Por lo tanto, en nuestro caso el modelo econométrico subyace de la siguiente forma:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Periodo_{it} + \beta_2 (Tratamiento * Periodo)_{it} + \beta_3 \chi_{it} + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

Donde:

- Y_{it} , es el IM, el IRS, POB, POBM, POBEX o el IDH del municipio i en periodo t ;
- $Tratamiento_{it}$, se refiere a que si el municipio es tratado toma el valor de 1 y 0 si es del grupo control;
- $Periodo_{it}$, indica el momento en que el municipio es observado, toma el valor de 1 si se observa después de implementar el parque eólico o 0 si se observa antes;
- $Tratamiento * Periodo$, es la interacción entre las variables del grupo tratamiento o control y el periodo en el que el municipio es observado y la cual define el coeficiente de nuestro interés, ya que evalúa el efecto de las plantas eólicas en los indicadores socioeconómicos,
- χ_{it} contiene las covariables de control, finalmente;
- ε_{it} , es el término de error.

Capítulo 6

Resultados y Discusión

6.1 Resultados

En este apartado, se presentan los resultados obtenidos empleando el modelo econométrico DD. En teoría se espera que la implementación de los parques eólicos genere impactos positivos en los municipios donde se encuentran instalados. Esto se debe, a que la implementación de las plantas eólicas aumenta la proporción de la inversión tanto pública como privada; la generación de empleos directos e indirectos tanto en la etapa de construcción como de operación de las plantas eólicas, y finalmente en algunos casos se destinan recursos económicos a mejoras en la obra pública los cuales se ven reflejados en escuelas, parques, espacios recreativos, entre otros. Por ejemplo, Jaramillo et al. (2004) mencionan que el parque eólico la Ventosa en Oaxaca, ha permitido mejorar las condiciones de vida de las poblaciones marginadas en este municipio. Por lo tanto, estos factores pueden reactivar la economía de los municipios y mejorar las condiciones socioeconómicas de las comunidades.

Los resultados de estimar la ecuación (5) se presentan en el cuadro 6.1, en la columna (1) se utiliza el IM y el IRS de las comunidades como variable dependiente de nuestro modelo DD, en la columna (2) se incorpora la variable de densidad poblacional como una variable control a nuestro estimador DD, y en la columna (3) además de la variable de densidad poblacional nuestro estimador se controla por la variable de inversión pública y la variable de aportaciones federales y estatales de cada municipio.²³ La estimación de la columna (2) y (3) mejoran la robustez de los resultados.

En general los resultados obtenidos confirman nuestra teoría que la implementación de las plantas eólicas tiene un impacto positivo en las comunidades. Por lo tanto, la columna (1) donde se informan los resultados de nuestra especificación base, se encuentra que el IM se reduce en

²³ Esta variable incluye el Fondo de Aportación para la Infraestructura Social Municipal y el Fondo de Aportación para el Fortalecimiento de los Municipios. También incluye recursos federales y estatales al rubro de educación, asistencia social, seguridad pública y obra pública.

.454, y el IRS se reduce en .234 con respecto a nuestro grupo control. En las columnas (2) y (3) las cuales cuentan con variables control, el efecto de nuestra estimación DD es el esperado y estadísticamente significativo a un nivel de significancia del 10%, excepto para el caso la columna (3) del IRS. Es decir, el IM disminuye en .277, y el IRS disminuye en .193 en los municipios del grupo de tratamiento en comparación con los municipios del grupo control.

En particular, los resultados muestran que la implementación de las plantas eólicas afecta positivamente en la reducción del grado de marginación y del grado de rezago social de los municipios en comparación con los municipios del grupo control.

Cuadro 6.1: Estimación DID sobre el IM e IRS

	IM (1)	IM (2)	IM (3)
DID	-0.454 ** (0.201)	-0.403 ** (0.174)	-0.277 * (0.163)
CONSTANTE	-0.544 *** (0.098)	-0.452 *** (0.096)	-0.410 *** (0.098)
R ²	0.05	0.14	0.21
N	100	100	100
	IRS (1)	IRS (2)	IRS (3)
DID	-0.234 ** (0.099)	-0.193 ** (0.084)	-0.125 (0.081)
CONSTANTE	-0.593 *** (0.057)	-0.525 *** (0.057)	-0.508 *** (0.058)
R ²	0.01	0.11	0.14
N	200	200	200

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

En el cuadro 6.2 se presentan los resultados de los principales indicadores socioeconómicos del IM que tuvieron un impacto mayor por la implementación de las plantas eólicas. Se encuentra que la instalación de estos proyectos eólicos tiene un mayor impacto en la condición de la vivienda, por ejemplo, hay una reducción de 4.33% de ocupantes en viviendas particulares

habitadas sin drenaje ni servicio sanitario, y una reducción de 3.74% de las viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento.

Cuadro 6.2: Estimación DID sobre los componentes del IM

	VIVIENDAS SIN DRENAJE	VIVIENDAS SIN DRENAJE	VIVIENDAS SIN DRENAJE
	(1)	(2)	(3)
DID	-5.028 *** (1.584)	-4.753 *** (1.543)	-4.336 *** (1.622)
CONSTANTE	8.632 *** (1.265)	9.129 *** (1.305)	9.035 *** (1.324)
R ²	0.06	0.08	0.09
N	100	100	100
	VIVIENDAS CON HACINAMIENTO	VIVIENDAS CON HACINAMIENTO	VIVIENDAS CON HACINAMIENTO
	(1)	(2)	(3)
DID	-4.846 ** (1.924)	-4.551 ** (1.917)	-3.741 * (1.957)
CONSTANTE	40.139 *** (1.273)	40.674 *** (1.308)	40.972 *** (1.327)
R ²	0.22	0.24	0.26
N	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Asimismo, el cuadro 6.3 presenta los resultados de los indicadores socioeconómicos del IRS con un mayor impacto debido a la instalación de las plantas eólicas. En este caso el indicador educativo y el indicador de la vivienda tuvieron un mayor impacto. Es decir, el rezago educativo disminuyó en 5.05% en comparación con los municipios del grupo de control. Por su parte, las viviendas particulares habitadas sin excusado disminuyeron en 3.85%, y las viviendas particulares habitadas sin refrigerador disminuyó en 2.99% en comparación con el grupo control.

Cuadro 6.3: Estimación DID sobre los componentes del IRS

	REZAGO EDUCATIVO (1)	REZAGO EDUCATIVO (2)	REZAGO EDUCATIVO (3)
DID	-6.169 ** (2.464)	-5.058 ** (2.023)	-2.657 (1.872)
CONSTANTE	55.341 *** (1.218)	57.210 ** (1.134)	57.858 *** (1.143)
R ²	0.28	0.39	0.44
N	200	200	200
	VIVIENDAS SIN EXCUSADO (1)	VIVIENDAS SIN EXCUSADO (2)	VIVIENDAS SIN EXCUSADO (3)
DID	-4.366 *** (0.994)	-4.108 *** (0.965)	-3.856 *** (1.023)
CONSTANTE	12.890 *** (1.099)	13.323 *** (1.133)	13.296 *** (1.165)
R ²	0.15	0.16	0.16
N	200	200	200
	VIVIENDAS SIN REFRIGERADOR (1)	VIVIENDAS SIN REFRIGERADOR (2)	VIVIENDAS SIN REFRIGERADOR (3)
DID	-4.924 *** (1.593)	-4.343 *** (1.506)	-2.991 ** (1.481)
CONSTANTE	25.685 *** (1.428)	26.662 *** (1.451)	27.240 *** (1.496)
R ²	0.18	0.21	0.23
N	200	200	200

Fuente. Elaboración propia.

Nota. El CONEVAL reporta el indicador de rezago educativo como el porcentaje de la población de 15 años o más con educación básica incompleta.

Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis.

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

El cuadro 6.4 presenta los resultados de los indicadores de pobreza, las columnas (1), (2) y (3) tienen la misma estructura presentada en la tabla X4. Los resultados tienen el efecto esperado y estadísticamente significativos a un nivel de significancia del 10%, excepto para el caso de la columna (3) de POBEX. Es

decir, el indicador de POB disminuye en 7.96%, y el indicador de POBM disminuye en 6.37% en los municipios del grupo de tratamiento en comparación con los municipios del grupo control.

Cuadro 6.4: Estimación DID sobre los indicadores de Pobreza

	POB (1)	POB (2)	POB (3)
DID	-12.539 ** (5.312)	-11.200 ** (4.712)	-7.968 * (4.424)
CONSTANTE	53.524 *** (2.486)	55.947 *** (2.461)	56.824 *** (2.533)
R ²	0.04	0.15	0.21
N	100	100	100
	POBM (1)	POBM (2)	POBM (3)
DID	-9.440 ** (3.773)	-8.523 ** (3.293)	-6.378 ** (3.124)
CONSTANTE	41.055 *** (1.432)	42.715 *** (1.391)	43.166 *** (1.424)
R ²	0.07	0.18	0.25
N	100	100	100
	POBEX (1)	POBEX (2)	POBEX (3)
DID	-3.098 * (1.854)	-2.677 * (1.756)	-1.591 (1.686)
CONSTANTE	12.469 *** (1.301)	13.231 *** (1.341)	13.658 *** (1.401)
R ²	0.05	0.10	0.13
N	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Por otra parte, para analizar si la implementación de las plantas eólicas tiene un impacto en el bienestar de la población, se estima la ecuación (5) empleando el IDH. El cuadro 6.5 muestra los resultados, las columnas (1), (2), y (3) tienen la misma estructura presentada en la tabla X4. En general, la presencia de los parques eólicos en el grupo de tratamiento tiene una mejora de .028 en comparación con el grupo control.

Cuadro 6.5: Estimación DID sobre el IDH

	IDH (1)	IDH (2)	IDH (3)
DID	0.044 ** (0.018)	0.038 ** (0.015)	0.028 * (0.015)
CONSTANTE	0.686 *** (0.008)	0.675 *** (0.007)	0.673 *** (0.007)
R ²	0.1	0.29	0.35
N	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

En general los resultados presentados muestran evidencia de que la implementación de las plantas eólicas tiene un impacto positivo en las variables socioeconómicas de las comunidades donde se encuentran instalados estos proyectos.

Sin embargo, la especificación de la ecuación (5) supone que los municipios en tratamiento y control son similares en todos los sentidos, excepto que los municipios tratados cuentan con la implementación de plantas eólicas y debido que únicamente contemplamos los municipios del grupo control como aquellos que en un mediano o largo plazo contarán con plantas eólicas, esta suposición puede no ser tan robusta, por tal motivo, requiere ajustes adicionales para calcular un mejor efecto.

Retomando la metodología empleada por Hotz et al. (2006) argumentan que este ajuste se puede dar a través de variables previas al choque, esto permite que los datos del grupo control se ajusten empíricamente para las diferencias entre los choques de mecanismos asignados por los componentes del grupo de tratamiento, lo cual mejorara la consistencia de la estimación de nuestro término de diferencias. Por lo tanto, nuestra estimación es la siguiente:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 Periodo_{it} + \beta_2 (Tratamiento * Periodo)_{it} + \beta_3 \chi_{it} + \beta_4 T_i \gamma_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

Donde γ contiene un conjunto de variables previas al choque, esto nos permite controlar por factores que pueden afectar al grupo tratado. En el cuadro 6.6 se presentan las variables empleadas, las cuales son para periodos rezagos del año 2010.

Cuadro 6.6: Descripción de las variables previas al choque

Variable	Descripción
AGC	Población ocupada en la agricultura, ganadería, caza y pesca
IM	Población ocupada en la industria manufacturera
PEA	Población económicamente activa
PORU	Población rural
POIN	Población indígena

Fuente. Elaboración propia.

Los resultados de estimar la ecuación (6) se presentan en el cuadro 6.7, en las columnas (4), (5) y (6) se incorporan las variables previas al choque, en este caso se incorporan AGC, IM, PORU, POIN, y para las columnas (7), (8), y (9) las variables previas al choque son PEA, PORU, POIN; y para el caso de las variables control para las columnas (4) y (7) son DEN_POB y AFE, para las columnas (5) y (8) son DEN_POB e IP, y para las columnas (6) y (9) son DEN_POB, AFE e IP.

Cuadro 6.7: Estimación DID sobre el IM e IRS con diferencia ajustada

	IM (4)	IM (5)	IM (6)	IM (7)	IM (8)	IM (9)
DID	-0.303 ** (0.151)	-0.288 * (0.147)	-0.297 * (0.151)	-0.290 * (0.151)	-0.279 * (0.147)	-0.286 * (0.151)
CONSTANTE	-0.441 *** (0.097)	-0.445 *** (0.101)	-0.450 *** (0.101)	-0.437 *** (0.096)	-0.442 *** (0.099)	-0.445 *** (0.101)
R ²	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.25
N	100	100	100	100	100	100
	IRS (4)	IRS (5)	IRS (6)	IRS (7)	IRS (8)	IRS (9)
DID	-0.128 * (0.071)	-0.129 * (0.071)	-0.128 * (0.071)	-0.117 (0.075)	-0.117 (0.076)	-0.117 (0.075)
CONSTANTE	-0.522 *** (0.058)	-0.523 *** (0.059)	-0.520 *** (0.061)	-0.518 *** (0.058)	-0.520 *** (0.058)	-0.517 *** (0.059)
R ²	0.21	0.21	0.21	0.19	0.19	0.19
N	200	200	200	200	200	200

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Los resultados de la diferencia ajustada para el IM e IRS son similares a los presentados en el cuadro 6.1, sin embargo, para el IRS los resultados únicamente son estadísticamente significativos para las columnas (4), (5), y (6). Por lo tanto, podemos confirmar que la implementación de las plantas eólicas tiene un impacto positivo en la reducción del IM en aproximadamente .286 y en el IRS en .128

En cuanto, a los componentes del IM con la diferencia ajustada son similares a los presentados en el cuadro 6.2 y estadísticamente significativo, es decir, para el componente de ocupantes en viviendas particulares habitadas sin drenaje ni servicio sanitario hay una reducción en promedio de 3.5% y para el componente de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento hay una reducción en promedio de 3.6% (véase cuadro A.2 en anexos). Sin embargo, para los componentes del IRS, únicamente los componentes de viviendas particulares habitadas sin excusado, y viviendas particulares habitadas sin refrigerador fueron estadísticamente significativos, los cuales disminuyeron en 3.9% y 3.8% respectivamente (véase cuadro A.3 en anexos).

Por su parte, los resultados de los indicadores de pobreza con diferencia ajustada son similares a los presentados en el cuadro 6.4. En este caso el indicador POB disminuye en 8.47% y el indicador de POBM disminuye en 6.78%, sin embargo, el indicador POBEX no es estadísticamente significativo (véase cuadro A.4 en anexos).

Finalmente, en cuanto al IDH con la diferencia ajustada los resultados son estadísticamente significativos y muy similares presentados en el cuadro 6.5, en general hay una mejora de .028 de los municipios del grupo de tratamiento en comparación con los municipios del grupo control (véase cuadro A.5 en anexos).

Sin embargo, es importante mencionar las limitaciones de nuestro modelo y posibles mejoras. Por tal motivo, en la siguiente sección se comentan las implicaciones de los resultados y las recomendaciones de política pública.

6.2 Discusión

Si bien los resultados muestran que el tanto el grado de marginación como el grado de rezago social disminuyen en los municipios del grupo de tratamiento en comparación con los municipios del grupo control, no podemos concluir con certeza que este cambio se debe únicamente por la implementación de las plantas eólicas, debido a que siempre existe un potencial sesgo por variables omitidas, otra limitante de nuestro trabajo es el tamaño de muestra, la cual es de 50 para cada periodo, y los periodos analizados, en este caso 2 periodos 2010 y 2015, excepto para el IRS, en el cual se emplearon 4 periodos 2005, 2010, 2015 y 2020.

En cuanto a la validación de nuestros resultados, aunque la suposición de que los municipios del grupo tratamiento y los municipios del grupo control tienen características socioeconómicas similares antes de la construcción de las plantas eólicas, puede que exista una diferencia entre los municipios sin y con plantas eólicas, por lo que no se cumpla del todo el supuesto de las tendencias paralelas, sin embargo, para verificar este supuesto se aplicó la prueba de utilizar un grupo de control alternativo,²⁴ los resultados validan el supuesto de tendencias paralelas (véase cuadro A.7 en anexos). Además, estas situaciones se controlan utilizando covariables y seleccionando a los municipios del grupo de control en zonas geográficas similares que los municipios tratados, asimismo, se argumenta que estas cuestiones pueden ser de bajo riesgo debido a que los municipios del grupo control fueron seleccionados por que estos municipios ya tienen aprobación por la CRE de implementar plantas eólicas en el futuro y rara vez estos proyectos son suspendidos o cancelados. También, para mejorar la robustez de nuestros resultados se emplea una regresión ajustada, en este caso tanto los resultados del IM como el IDH son similares a la regresión base, sin embargo, algunos resultados del IRS no son estadísticamente significativos.

Asimismo, otro aspecto importante, es que se debe contemplar los aspectos sociales y culturales de los municipios, los cuales pueden ser un contrapeso importante de nuestro modelo, ya que principalmente los municipios del sureste se oponen a estos proyectos por diversas

²⁴ La CONAPO reporta el lugar que ocupa cada municipio a nivel nacional en cuestión al IM, por lo tanto, para crear el grupo control falso se seleccionaron arbitrariamente a 38 municipios que se encontraran en un intervalo de más/menos 3 lugares del municipio del grupo control original. Véase cuadro A.6 en anexos.

circunstancias. Una de ellas es la zona geográfica y la propiedad de la tierra, ya que muchas de estas tierras son comunales, y en la mayoría de los casos representan la principalmente fuente de trabajo de la población, al instalarse estas plantas eólicas, la comunidad pierde su principal fuente de ingreso. Por otro lado, en la mayoría de los casos los pagos de renta por dichas tierras son demasiados bajos y ante la presencia de información asimétrica entre los propietarios de las plantas eólicas y los dueños de las tierras, estas comunidades se ven empeoradas. Por ejemplo, Estévez et al. (2016) realizan un estudio econométrico espacial de los parques eólicos en Oaxaca, donde argumentan que las cuestiones sociales y los derechos de la tierra comunal son factores claves que deben incorporarse en el análisis socioeconómico de los proyectos eólicos.

Capítulo 7

Conclusiones

Este estudio examina la relación entre los indicadores socioeconómicos y la implementación de plantas eólicas en México entre 2010 y 2015. Aplicamos la metodología econométrica de DD para eliminar cualquier componente sistemático y común entre ambos grupos, que puedan cambiar con el tiempo y así capturar el impacto de desarrollar una planta eólica.

Nuestros resultados principales debido a la presencia de estos proyectos eólicos son: 1) una disminución del IM; 2) una disminución del IRS; para ambos casos en los municipios tratados en comparación con los municipios del grupo control, lo anterior se traduce en una disminución del grado de marginación y una disminución del grado de rezago social en los municipios que cuentan con instalaciones eólicas. También, encontramos evidencia que el impacto de estos proyectos eólicos se refleja principalmente en el indicador de la calidad de vivienda y el indicador del rezago educativo; 3) una reducción de POB y POBM en los municipios del grupo tratamiento en comparación con los grupos del grupo control, y 4) una mejora del IDH, lo que se traduce en una mejora del bienestar de la población de los municipios tratados en comparación con los municipios del grupo control.

Por tal motivo, nuestros resultados justifican que la implementación de proyectos eólicos tiene un impacto positivo en las mejoras de las carencias socioeconómicas de los municipios, por lo cual se debe impulsar políticas orientadas a la creación de proyectos con energías renovables, en especial de energía eólica.

En general, este trabajo muestra la necesidad de emplear métodos empíricos para evaluar la viabilidad socioeconómica del desarrollo de plantas eólicas en México. Reconocemos que este trabajo se centra únicamente en los efectos municipales asociados a la construcción de estos proyectos y no evalúa: 1) efectos a nivel localidad; 2) efectos a municipios colindantes a los municipios con presencia de proyectos eólicos. Sin embargo, esta investigación es un primer acercamiento y da hincapié a futuras investigaciones y mejores recomendaciones de política pública.

Referencias

Aixalá, J., Sanaú, J., & Simón, B. (2003). El desarrollo de la energía eólica en Aragón: estimación de los efectos en la producción y el empleo regionales. *Economía aragonesa*, 22, 55-80.

Álvarez, C. (2006). Madrid, España: IDAE. Recuperado de http://dl.idae.es/Publicaciones/10374_Energia_eolica_A2006.pdf.

Anderson, C. (2013). The networked minority: How a small group prevailed in a local windfarm conflict. *Energy Policy*, 58, 97-108.

Barry, J., Ellis, G., & Robinson, C. (2008). Cool rationalities and hot air: a rhetorical approach to understanding debates on renewable energy. *Global environmental politics*, 8(2), 67-98.

Baxter, J., Morzaria, R., & Hirsch, R. (2013). A case-control study of support/opposition to wind turbines: Perceptions of health risk, economic benefits, and community conflict. *Energy Policy*, 61, 931-943.

Bergmann, A., Colombo, S., & Hanley, N. (2008). Rural versus urban preferences for renewable energy developments. *Ecological economics*, 65(3), 616-625.

Bidwell, D. (2013). The role of values in public beliefs and attitudes towards commercial wind energy. *Energy Policy*, 58, 189-199.

Brittan Jr., G.G., 2002. The wind in one's sails: a philosophy. In: Pasqualetti, M.J., Gipe, P., Righter, R.W (Eds.), *Wind Power in View: Energy Landscapes in a Crowded World* (pp.59-79). San Diego: Academic Press.

Brown, J. P., Pender, J., Wiser, R., Lantz, E., & Hoen, B. (2012). Ex post analysis of economic impacts from wind power development in US counties. *Energy Economics*, 34(6), 1743-1754.

Cerulli, G. (2015). Econometric evaluation of socio-economic programs. *Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics Series*, 49.

Compromiso RSE. (2021, 15 de mayo). *Compromiso RSE*. Recuperado de: <https://www.compromisorse.com/>

- CONAPO (2015). *Índice de marginación por municipio 1990-2015*. Recuperado de [http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos Abiertos del Indice de Marginacion](http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion)
- CONAPO. (2016). *Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2015*. México: Consejo Nacional de Población.
- CONEVAL. (2007). *Los mapas de Pobreza en México: Anexo técnico metodológico*. México: Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social.
- CONEVAL (2015). *Índice de rezago social 2000-2015*. Recuperado de https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Indice_Rezago_Social_2015.aspx
- De Faria, F. A., Davis, A., Severnini, E., & Jaramillo, P. (2017). The local socio-economic impacts of large hydropower plant development in a developing country. *Energy Economics*, 67, 533-544.
- Dincer, I. (2000). Renewable energy and sustainable development: a crucial review. *Renewable and sustainable energy reviews*, 4(2), 157-175.
- Doukas, H., Papadopoulou, A., Savvakis, N., Tsoutsos, T., & Psarras, J. (2012). Assessing energy sustainability of rural communities using Principal Component Analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(4), 1949-1957.
- Enel Green Power. (2021, 15 de mayo). *Enel Green Power*. Recuperado de <https://www.enelgreenpower.com/es>
- Estévez, A., Muñoz-Piña, C., & Morales, R. (2016, September). Wind Farms in Oaxaca, Mexico: Complex Contracting and Spatial Effects. In *Fourth Annual Conference on Transforming Development Through Inclusive Green Growth*.
- Fast, S., & Mabee, W. (2015). Place-making and trust-building: The influence of policy on host community responses to wind farms. *Energy Policy*, 81, 27-37.
- GIZ. (2020). *Co-beneficios: Contribución de la Transición Energética para el Desarrollo Sostenible en México*. Ciudad de México: Instituto para Estudios Avanzados de Sostenibilidad, Potsdam (IASS).

González, D. M., & Hernández, L. H. Q. (2012). *SELECCIÓN DE ALTERNATIVAS ENERGÉTICAS PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE EN COMUNIDADES RURALES. CASO DE ESTUDIO: TEPISUAC, MÉXICO.*

Greene, J. S., & Geisken, M. (2013). Socioeconomic impacts of wind farm development: a case study of Weatherford, Oklahoma. *Energy, Sustainability and Society*, 3(1), 1-9.

Hain, J. J., Ault, G. W., Galloway, S. J., Cruden, A., & McDonald, J. R. (2005). Additional renewable energy growth through small-scale community orientated energy policies. *Energy policy*, 33(9), 1199-1212.

Hall, N., Ashworth, P., & Devine-Wright, P. (2013). Societal acceptance of wind farms: Analysis of four common themes across Australian case studies. *Energy Policy*, 58, 200-208.

Hanger, S., Komendantova, N., Schinke, B., Zejli, D., Ihlal, A., & Patt, A. (2016). Community acceptance of large-scale solar energy installations in developing countries: Evidence from Morocco. *Energy Research & Social Science*, 14, 80-89.

Helgenberger, S., Jänicke, M., & Gürtler, K. (2019). Co-benefits of climate change mitigation. In *Climate Action: Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer International Publishing.

Hernández, L. S. G. (2016). *ENERGÍA EÓLICA Y DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA REGIÓN DE LA RUMOROSA, MUNICIPIO DE TECATE Un análisis multicriterio.*

Hernández, O. V. A. (2010). Conflictos territoriales y perspectivas de desarrollo de la energía eólica en el istmo de Tehuantepec. *Revista Mexicana de Opinión Pública*, (9), 67-79.

Huesca-Pérez, M. E., Sheinbaum-Pardo, C., & Köppel, J. (2016). Social implications of siting wind energy in a disadvantaged region—The case of the Isthmus of Tehuantepec, Mexico. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 952-965.

INEGI (2021). *Finanzas públicas estatales y municipales*. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/finanzas/>

INEL (2021). *Inventario Nacional de Energías Limpias*. Recuperado de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/mapa.html?lang=es>

- IRENA. (2021). *Renewable capacity statistics 2020*. Recuperado de <https://www.irena.org/>
- Jara, E. C. (2011). Problemática en torno a la construcción de parques eólicos en el Istmo de Tehuantepec. *Revista Desarrollo local sostenible*, 4(12).
- Jaramillo, O. A., & Borja, M. A. (2004). Wind speed analysis in La Ventosa, Mexico: a bimodal probability distribution case. *Renewable Energy*, 29(10), 1613-1630.
- Jones, C. R., & Eiser, J. R. (2010). Understanding 'local' opposition to wind development in the UK: how big is a backyard? *Energy policy*, 38(6), 3106-3117.
- Kanagawa, M., & Nakata, T. (2007). Analysis of the energy access improvement and its socio-economic impacts in rural areas of developing countries. *Ecological economics*, 62(2), 319-329.
- Lambert, R. J., & Silva, P. P. (2012). The challenges of determining the employment effects of renewable energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4667-4674.
- Lang, C., Opaluch, J. J., & Sfinarolakis, G. (2014). The windy city: Property value impacts of wind turbines in an urban setting. *Energy Economics*, 44, 413-421.
- Leistriz, F. L., & Coon, R. C. (2008). *Socioeconomic impacts of the Langdon Wind Energy Center* (No. 1187-2016-93836).
- Lejano, R. P., Muñoz Meléndez, G., Benitez, I. A., & Park, S. J. (2010). *On the need to redesign the CDM carbon trading program*.
- Liebe, U., Bartczak, A., & Meyerhoff, J. (2017). A turbine is not only a turbine: The role of social context and fairness characteristics for the local acceptance of wind power. *Energy Policy*, 107, 300-308.
- McKenzie, M., & Howes, M. (2006, September). Remote renewable energy in Australia: Barriers to uptake and the community engagement imperative (pp.25-27). In *Australasian Political Studies Association Annual Conference*.
- McMurtry, R. Y. (2011). Toward a case definition of adverse health effects in the environs of industrial wind turbines: facilitating a clinical diagnosis. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 31(4), 316-320.
- Miller, L. M., & Keith, D. W. (2018). Climatic impacts of wind power. *Joule*, 2(12), 2618-2632.

Montoya, A. L. Q., & Fischer, D. W. (2003). *La energía eléctrica en Baja California y el futuro de las renovables: una visión multidisciplinaria*. UABC.

Mulvaney, K. K., Woodson, P., & Prokopy, L. S. (2013). A tale of three counties: Understanding wind development in the rural Midwestern United States. *Energy Policy*, 56, 322-330.

Munday, M., Bristow, G., & Cowell, R. (2011). Wind farms in rural areas: How far do community benefits from wind farms represent a local economic development opportunity? *Journal of Rural Studies*, 27(1), 1-12.

Nahmad, S., Nahón, A., & Langlé, R. (2014). *La visión de los actores sociales frente a los proyectos eólicos del Istmo de Tehuantepec*. Oaxaca, Oaxaca: Consejo Nacional para Ciencia y Tecnología.

Ochoa Ramón, J. L. (2009). *Criterios de evaluación y análisis de alternativas para el diseño de proyectos de electrificación rural con energía eólica y solar en países en desarrollo* (Tesis de Maestría, Universitat Politècnica de Catalunya).

Ohler, A., & Fetters, I. (2014). The causal relationship between renewable electricity generation and GDP growth: A study of energy sources. *Energy economics*, 43, 125-139.

Pierpont, N. (2009). *Wind turbine syndrome: A report on a natural experiment*. Santa Fe, NM: K-Selected Books.

PNUD (2015). *Índice de Desarrollo Humano 2010-2015*. Recuperado de <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/library/poverty/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2015--transformando-.html>

PNUD. (2019). *Informe de Desarrollo Humano Municipal 2010-2015. Transformando México desde lo local*. Ciudad de México.

Rand, J., & Hoen, B. (2017). Thirty years of North American wind energy acceptance research: What have we learned? *Energy research & social science*, 29, 135-148.

Schiermeier, Q., Tollefson, J., Scully, T., Witze, A., & Morton, O. (2008). Energy alternatives: Electricity without carbon. *Nature News*, 454(7206), 816-823.

Secretaría de Energía. (2018). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2017-2031*. Ciudad de México.

Secretaría de Energía. (2021). *PROGRAMA DE DESARROLLO DEL SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL 2020-2034*. Ciudad de México.

Secretaría de Energía. (2020, 25 de octubre). *Inventario Nacional de Energías Limpias*. Recuperado de <https://dgel.energia.gob.mx/inel/>

Secretaría de Gobernación. (2015). *La energía eólica en México: Una perspectiva social sobre el valor de la tierra*. Ciudad de México.

Shoib, A., & Ariaratnam, S. (2016). A study of socioeconomic impacts of renewable energy projects in Afghanistan. *Procedia Engineering*, 145, 995-1003.

Siemens Gamesa. (2021, 15 de mayo). *Siemens Gamesa: Renewable Energy*. Recuperado de <https://www.siemensgamesa.com/es-es>

Simas, M., & Pacca, S. (2013). Socio-economic benefits of wind power in Brazil. *Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems*, 1(1), 27-40.

Slattery, M. C., Lantz, E., & Johnson, B. L. (2011). State and local economic impacts from wind energy projects: Texas case study. *Energy Policy*, 39(12), 7930-7940.

Snyder, B., & Kaiser, M. J. (2009). Ecological and economic cost-benefit analysis of offshore wind energy. *Renewable Energy*, 34(6), 1567-1578.

Van der Horst, D. (2007). NIMBY or not? Exploring the relevance of location and the politics of voiced opinions in renewable energy siting controversies. *Energy policy*, 35(5), 2705-2714.

Walker, B. J., Wiersma, B., & Bailey, E. (2014). Community benefits, framing and the social acceptance of offshore wind farms: an experimental study in England. *Energy Research & Social Science*, 3, 46-54.

Wolsink, M. (2000). Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. *Renewable energy*, 21(1), 49-64.

Wolsink, M. (2007). Wind power implementation: the nature of public attitudes: equity and fairness instead of 'backyard motives'. *Renewable and sustainable energy reviews*, 11(6), 1188-1207.

Yiridoe, E. K. (2014). Social acceptance of wind energy development and planning in rural communities of Australia: A consumer analysis. *Energy Policy*, 74, 262-270.

Anexo

Cuadro A.1: Municipios del grupo de tratamiento y del grupo control

Grupo Tratamiento		Grupo Control	
1	Mexicali	1	Ensenada
2	Mulegé	2	Acuña
3	General Bravo	3	Arteaga
4	Santa Catarina	4	General Cepeda
5	El Espinal	5	Parras
6	Ixtaltepec	6	Canatlán
7	Santo domingo Ingenio	7	San Felipe
8	Unión Hidalgo	8	San Luis de la Paz
9	Benito Juárez	9	Cardonal
10	Charcas	10	San Julián
11	Güémez	11	China
12	Mazapil	12	Mina
		13	Salinas Victoria
		14	Ixtepec
		15	Nicolas Bravo
		16	Cadereyta de Montes
		17	Huimilpan
		18	Villa de Arriaga
		19	Villa de Ramos
		20	Cananea
		21	Mier
		22	San Fernando
		23	Villa de Casas
		24	Villagrán
		25	Alvarado
		26	Juchique de Ferrer
		27	Vega de Alatorre
		28	Cansahcab
		29	Ixil
		30	Mérida
		31	Motul
		32	Sinanché
		33	Suma de Hidalgo
		34	Temax
		35	Tizimín
		36	Tunkás
		37	Ojo Caliente
		38	Pinos

Fuente. Elaboración propia con datos del INEL

Cuadro A.2: Estimación DID sobre los componentes del IM con diferencia ajustada

COMPONENTES DEL IM						
	VSD	VSD	VSD	VSD	VSD	VSD
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
DID	-3.757 ** (1.616)	-3.617 ** (1.635)	-3.573 ** (1.661)	-3.308 ** (1.657)	-3.225 * (1.708)	-3.194 * (1.718)
CONSTANTE	9.082 *** (1.364)	8.803 *** (1.368)	8.825 *** (1.386)	9.225 *** (1.336)	8.948 *** (1.349)	8.963 *** (1.363)
R ²	0.12	0.13	0.13	0.11	0.12	0.12
N	100	100	100	100	100	100
	VCH	VCH	VCH	VCH	VCH	VCH
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
DID	-3.749 * (2.138)	-3.582 * (2.156)	-3.679 * (2.176)	-4.060 ** (1.931)	-3.943 ** (1.933)	-4.021 ** (1.971)
CONSTANTE	40.944 *** (1.396)	40.896 *** (1.431)	40.846 *** (1.448)	40.895 *** (1.371)	40.843 *** (1.413)	40.806 *** (1.431)
R ²	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27
N	100	100	100	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Cuadro A.3: Estimación DID sobre los componentes del IRS con diferencia ajustada

COMPONENTES DEL IRS						
	RE	RE	RE	RE	RE	RE
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
DID	-1.522 (1.903)	-1.570 (1.885)	-1.577 (1.901)	-1.977 (1.819)	-1.899 (1.822)	-1.910 (1.834)
CONSTANTE	57.636 *** (1.126)	57.911 *** (1.132)	57.868 *** (1.171)	57.565 *** (1.114)	57.860 *** (1.132)	57.819 *** (1.171)
R ²	0.48	0.48	0.48	0.47	0.47	0.48
N	200	200	200	200	200	200
	VSE	VSE	VSE	VSE	VSE	VSE
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
DID	-3.602 *** (1.144)	-3.587 *** (1.145)	-3.578 *** (1.153)	-3.188 *** (1.123)	-3.229 *** (1.132)	-3.220 *** (1.139)
CONSTANTE	13.402 *** (1.211)	13.246 *** (1.201)	13.301 *** (1.228)	13.526 *** (1.1905)	13.369 *** (1.191)	13.406 *** (1.217)
R ²	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17
N	200	200	200	200	200	200
	VSR	VSR	VSR	VSR	VSR	VSR
	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
DID	-2.894 * (1.715)	-2.958 * (1.724)	-2.949 * (1.724)	-3.301 ** (1.611)	-3.250 ** (1.641)	-3.235 ** (1.643)
CONSTANTE	26.844 *** (1.525)	27.020 *** (1.535)	27.077 *** (1.567)	26.775 *** (1.511)	26.970 *** (1.537)	27.028 *** (1.565)
R ²	0.25	0.25	0.25	0.24	0.25	0.25
N	200	200	200	200	200	200

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Cuadro A.4: Estimación DID sobre los indicadores de Pobreza con diferencia ajustada

	POB (4)	POB (5)	POB (6)	POB (7)	POB (8)	POB (9)
DID	-7.091 (4.747)	-6.417 (4.746)	-6.798 (4.737)	-8.653 ** (4.318)	-8.190 * (4.313)	-8.475 * (4.383)
CONSTANTE	56.820 *** (2.557)	56.606 *** (2.613)	56.409 *** (2.639)	56.443 *** (2.529)	56.167 *** (2.594)	56.032 *** (2.622)
R ²	0.23	0.22	0.24	0.23	0.22	0.23
N	100	100	100	100	100	100
	POBM (4)	POBM (5)	POBM (6)	POBM (7)	POBM (8)	POBM (9)
DID	-5.652 * (3.108)	-5.088 (3.127)	-5.361 * (3.105)	-6.961 ** (2.909)	-6.581 ** (2.972)	-6.782 ** (3.017)
CONSTANTE	43.276 *** (1.432)	43.009 *** (1.444)	42.868 *** (1.452)	42.956 *** (1.415)	42.639 *** (1.424)	42.544 *** (1.435)
R ²	0.28	0.27	0.29	0.27	0.27	0.28
N	100	100	100	100	100	100
	POBEX (4)	POBEX (5)	POBEX (6)	POBEX (7)	POBEX (8)	POBEX (9)
DID	-1.439 (2.034)	-1.329 (2.026)	-1.437 (2.049)	-1.693 (1.856)	-1.610 (1.835)	-1.693 (1.866)
CONSTANTE	13.544 *** (1.435)	13.596 *** (1.482)	13.540 *** (1.498)	13.486 *** (1.419)	13.528 *** (1.477)	13.488 *** (1.491)
R ²	0.14	0.13	0.14	0.14	0.13	0.14
N	100	100	100	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Cuadro A.5: Estimación DID sobre el IDH con diferencia ajustada

	IDH (4)	IDH (5)	IDH (6)	IDH (7)	IDH (8)	IDH (9)
DID	0.030 ** (0.011)	0.028 ** (0.011)	0.029 ** (0.012)	0.024 * (0.013)	0.023 * (0.013)	0.023 * (0.013)
CONSTANTE	0.675 *** (0.007)	0.677 *** (0.007)	0.677 *** (0.007)	0.674 *** (0.007)	0.675 *** (0.007)	0.675 *** (0.007)
R ²	0.42	0.43	0.43	0.38	0.39	0.39
N	100	100	100	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%

Cuadro A.6: Municipios del grupo tratamiento y del grupo control falso

Grupo Tratamiento		Grupo Control	
1	Mexicali	1	Champotón
2	Mulegé	2	Tenabo
3	General Bravo	3	Saltillo
4	Santa Catarina	4	Villa de Álvarez
5	El Espinal	5	Bachíniva
6	Ixtaltepec	6	Delicias
7	Santo domingo Ingenio	7	Huejotitán
8	Unión Hidalgo	8	Ojinaga
9	Benito Juárez	9	Silao
10	Charcas	10	Eloxochitlán
11	Güémez	11	Huichapan
12	Mazapil	12	Mineral de la Reforma
		13	Tepeji del Río de Ocampo
		14	Tulancingo de Bravo
		15	Jalostotitlán
		16	Jesús María
		17	El Limón
		18	Mazamitla
		19	Santa María de los Ángeles
		20	Tolimán
		21	Zapopan
		22	Ixtapaluca
		23	San Antonio la Isla
		24	Cuautitlán Izcalli
		25	Gabriel Zamora
		26	Ixtlán
		27	Huitziltepec
		28	Nopalucan
		29	San Juan Atzompa
		30	Santo Tomás Hueyotlipan
		31	San Luis Potosí
		32	Camerino Z. Mendoza
		33	Huiloapan de Cuauhtémoc
		34	Misantla
		35	Tuxpan
		36	Peto
		37	Telchac Pueblo
		38	Pánuco

Fuente. Elaboración propia con datos del INEL

Cuadro A.7: Estimación DID sobre el IM: Grupo control falso

	IM (1)	IM (2)	IM (3)
DID	-0.110 (0.201)	-0.191 (0.196)	-0.108 (0.179)
CONSTANTE	-0.849 *** (0.092)	-0.773 *** (0.091)	-0.660 *** (0.085)
R ²	0.01	0.07	0.29
N	100	100	100

Fuente. Elaboración propia.

Nota. Los errores estándar robustos se notifican entre paréntesis

*** Denota nivel de significancia de 1%

** Denota nivel de significancia de 5%

* Denota nivel de significancia de 10%