



17

Análisis del Impacto del Desarrollo de Generación Renovable en las Economías Regionales

Dr. Ing. Alberto Del Rosso - Ing. Andrés Ghia
Área de Pensamiento Estratégico



CÁMARA ARGENTINA
DE LA CONSTRUCCIÓN



ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN LAS ECONOMÍAS REGIONALES

Dr. Ing. Alberto Del Rosso – Ing. Andrés Ghia

Área de Pensamiento Estratégico

2012

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN LAS ECONOMÍAS REGIONALES

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN EJECUTIVO	3
INFORME FINAL	9
1. Introducción.....	9
1.1. <i>Objetivos y Alcance</i>	9
1.2. <i>Contenido y Estructura del Informe</i>	10
2. Estructura del Modelo JEDI	11
2.1. <i>Objetivos y Uso del Modelo</i>	11
2.2. <i>Metodología de Cálculo</i>	13
2.3. <i>Plataforma</i>	14
2.4. <i>Datos del Proyecto</i>	15
2.5. <i>Limitaciones del Modelo</i>	15
2.6. <i>Requerimientos de Datos del Modelo JEDI</i>	17
2.7. <i>Resultados Esperados del Modelo JEDI</i>	17
2.8. <i>Limitaciones de la Aplicación</i>	18
2.9. <i>Estructura del Modelo</i>	18
2.10. <i>Distintos Modelos JEDI Desarrollados</i>	20
3. Ejemplo de Aplicación	20
3.1. <i>Datos de entrada y Resumen de Resultados</i>	20
3.2. <i>Interpretacion de Resultados</i>	22
4. Uso del modelo JEDI para el sistema eléctrico argentino	25
5. Casos de Estudio con el Modelo	30
5.1. <i>Estudio 1: Estudio del Impacto Economico en Energía Eólica de 1,000 MW en el Estado de Texas</i>	30
5.2. <i>Estudio2: Estudio de Impacto Economico de Proyectos de Transmisión y Nueva Generación en el Estado de Wyoming U.S.</i>	31
5.3. <i>Estudio 3: Estudio de Impacto Económico del Desarrollo Eólico en Illinois</i>	33
5.4. <i>Estudio 4: Comparación de la Generación de Empleos de Varias Tecnologías de Generación</i>	34
5.5. <i>Estudio 5: Estudio Impacto Económico en Nebraska</i>	35
6. Estimación del impacto económico de los planes de renovables en Argentina.....	38
7. Resumen y Conclusiones	44
8. Referencias Bibliográficas.....	46

ÍNDICE FIGURAS

Figura 2-1: Efecto dómimo del impacto económico en proyectos eólicos.....	13
Figura 2-2: Estructura del Modelo JEDI.....	19
Figura 2-3: Ventajas y Usos vs Limitaciones del Modelo JEDI.....	19
Figura 3-1: Datos del Modelo JEDI y Resumen de Resultados.....	21
Figura 3-2: Detalles del Proyecto, Costos de Construcción.....	22
Figura 3-3: Detalles del Proyecto, Costos de Mantenimiento.....	23
Figura 3-4: Detalles del Proyecto, Costos de Otros Parámetros.....	24
Figura 5-1: Cantidad de empleos para distintos escenarios de fabricación local de generadores eólicos.....	31

ÍNDICE TABLA

Tabla 4-1: Puestos de trabajo directos, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	26
Tabla 4-2: Puestos de trabajo indirecto e inducido, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	26
Tabla 4-3: Ingresos directos, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	27
Tabla 4-4: Ingresos indirecto e inducido, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	27
Tabla 4-5: Salidas directas, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	28
Tabla 4-6: Salidas indirecta e inducida, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.....	28
Tabla 5-1: Costos de Instalación y O&M – Estudio de Megaproyectos de Energía en Wyoming.....	32
Tabla 5-2: Actividad económica relacionada con la construcción, operación y mantenimiento de 9.000 MW de generación eólica – Estudio Wyoming: Case base de participación local.....	33
Tabla 5-3: Impacto de diferentes tipos de proyectos en la creación de energía, con distintas fuentes primarias de combustible.....	34
Tabla 5-4: Porcentaje de participación en Nebraska para los cuatro escenarios considerados.....	36
Tabla 5-5: Resultados del análisis para el caso de 1000 MW y los dos escenarios extremos de participación local.....	37
Tabla 6-1: Resultados de la aplicación del modelo JEDI para una granja eólica de 100 MW.....	40
Tabla 6-2: Estimación de creación de empleos debido a proyectos eólicos en Argentina.....	43

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN LAS ECONOMÍAS REGIONALES

RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se analiza el impacto de proyectos de generación eólica en las economías regionales. Para la evaluación de estos impactos económicos se requieren de modelos econométricos que representen la cadena de valor que una actividad determinada origina sobre otras actividades relacionadas directa e indirectamente, en este caso la construcción y operación de una planta eólica. Al mejor saber y entender de los Consultores, un modelo de tales características no ha sido desarrollado en el país, por tal motivo en este trabajo se describe un modelo económico que ha sido elaborado en Estados Unidos y que es ampliamente utilizado en ese país. El modelo en cuestión se denomina JEDI (del inglés: Job and Economic Development Impact “JEDI”), desarrollado por el NREL (National Renewable Energy Laboratory) para el Departamento de Energía de Estados Unidos.

El presente informe se estructura en dos partes:

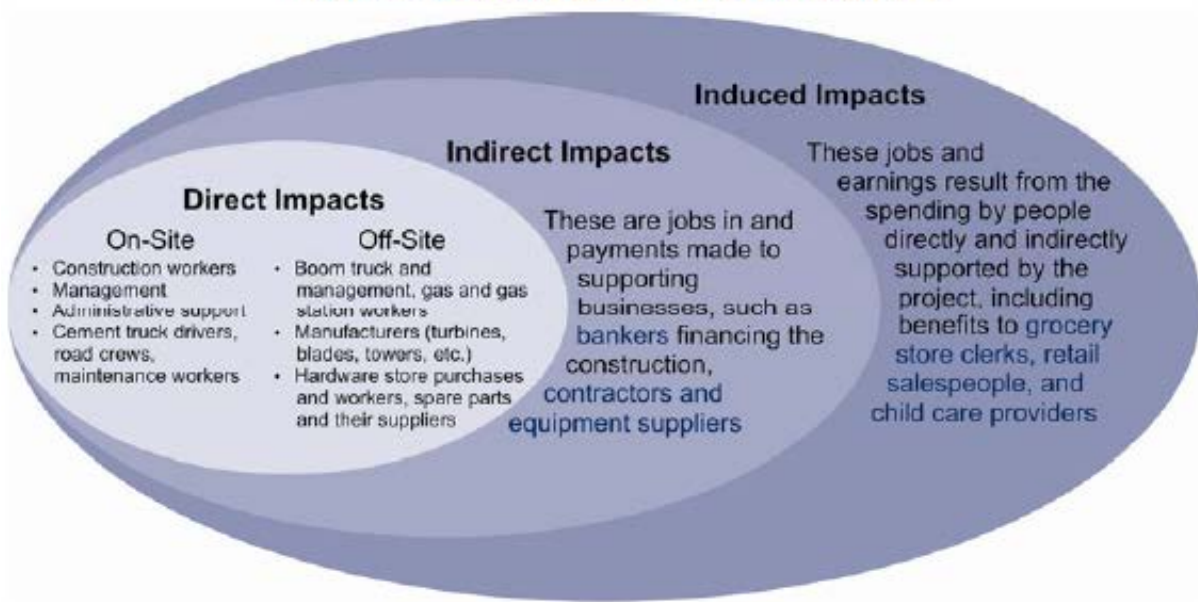
- En la primera parte se realiza una descripción del modelo JEDI y análisis sobre la potencial utilización y adaptación del mismo para la evaluación de proyectos de inversión en Argentina.
- En la segunda parte se ilustra mediante diversos casos de estudio, el orden de magnitud de los impactos económicos regionales de proyectos de inversión en generación eólica. Asimismo, se presenta una estimación del impacto económico de proyectos en Argentina mediante extrapolación de resultados de varios casos de estudio.

El Modelo JEDI

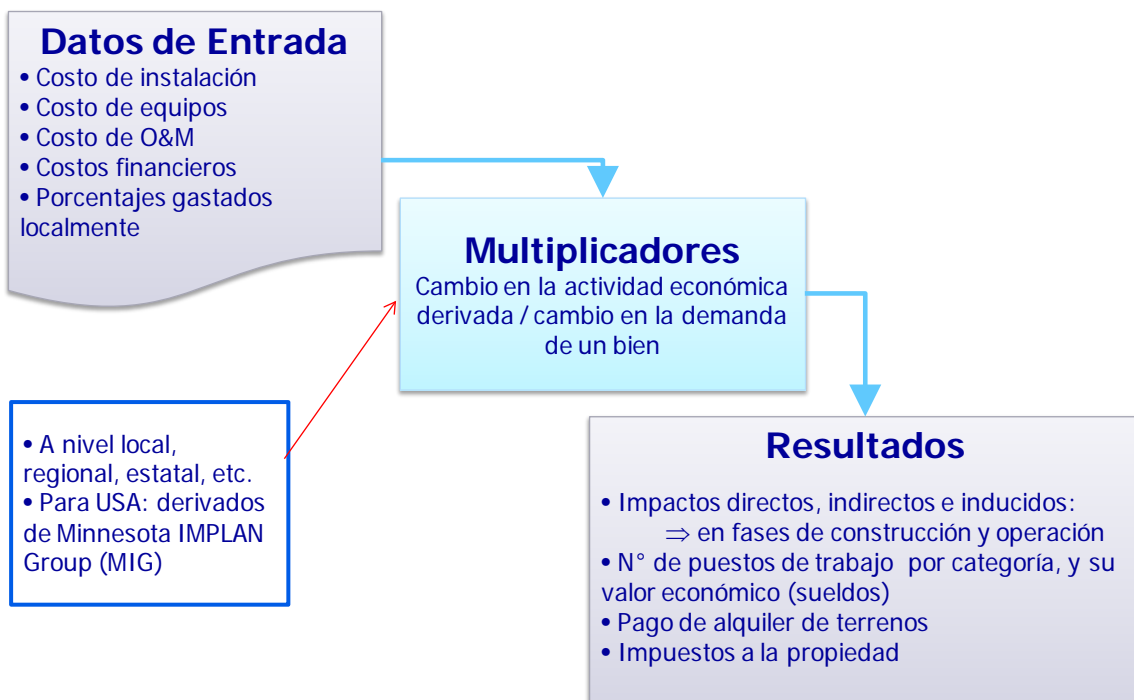
El modelo “JEDI”, es un Modelo de simulación del impacto económico y creación de puestos de trabajo en el desarrollo de proyectos de energía. El objetivo principal en el desarrollo del modelo, era proporcionar una herramienta para los desarrolladores de proyectos de energía eólica, defensores de las energías renovables, funcionarios públicos, tomadores de decisiones y otros usuarios potenciales; con el objetivo de identificar fácilmente los impactos económicos locales asociados con la construcción y operación de plantas de energía eólica.

El modelo JEDI utiliza multiplicadores derivados de los datos del modelo IMPLAN, usando la versión 3.0 IMPLAN de Contabilidad Social y software de análisis de impacto. El mismo fue desarrollado por Minnesota IMPLAN Group.

El modelo evalúa tres impactos independientes para cada gasto realizado por el proyecto productivo: **directa, indirecta e inducida**. La interrelación entre los mismos se presenta en la figura siguiente.



El modelo se basa en la utilización de multiplicadores de la industria que trazan los vínculos de abastecimiento dentro de la economía. Por ejemplo, el análisis muestra cómo las compras de turbinas eólicas no sólo beneficiarán a los fabricantes de turbinas, sino también a las industrias de metal y otros negocios que provean insumos de suministro de bienes y servicios, a los fabricantes. Los Multiplicadores de la industria se derivan de los cambios en la actividad económica relacionados con los cambios en la demanda de bienes y servicios, en el año en el que los multiplicadores son calculados. La figura siguiente muestra en forma esquemática la estructura de cálculo del modelo.



El modelo JEDI se ejecuta en planillas Excel. Todos los modelos JEDI aplican la misma interfaz de usuario básica. Los usuarios pueden descargar el modelo JEDI adecuado y luego deben ingresar la información básica acerca de un proyecto, incluyendo el estado, ubicación, año de construcción y el tamaño de la instalación.

Como datos de entrada se ingresan: Costos de Construcción, costos de equipos, costos anuales de Operación y Mantenimiento, parámetros de financiamiento, valor de alquiler de terrenos, impuestos, otros costos financieros.

Los resultados que arroja en modelo se clasifican en:

- Mano de obra local (por ejemplo, trabajos de hormigonado);
- Servicios (por ejemplo, ingeniería, diseño, legal);
- Materiales (por ejemplo, palas de aerogeneradores);
- Ó de otros componentes (por ejemplo, tuercas y tornillos, materiales menores).

El modelo presenta ciertas limitaciones respecto a los resultados y su uso. Los resultados reflejan los impactos brutos y no los impactos netos. Al igual que la mayoría de las herramientas de análisis de insumo-producto, el modelo JEDI informa sólo de los efectos brutos del proyecto descrito. Los resultados JEDI no reflejan muchos otros impactos económicos que pudieran afectar la vida real y la creación de empleos debido al proyecto.

El modelo JEDI ha sido desarrollado específicamente para los proyectos a desarrollar en los EE.UU., tanto en términos de los datos necesarios como los costos detallados del sistema, así como los multiplicadores incorporados en el modelo para obtener los resultados. El modelo puede utilizarse con su estructura actual para analizar proyectos en otros países, adaptando ciertos parámetros y datos, en particular los multiplicadores económicos insumo-producto. Se detalla a continuación un listado mínimo necesario de multiplicadores a desarrollar, para que el modelo pueda reflejar los resultados correctos:

- Matriz insumo – producto.
- Deflatores o actualizadores de la moneda respecto del año base.
- Multiplicadores y patrones de consumo.
- Tasas e impuestos por MW.
- Arrendamientos de tierras por metro cuadrado.
- Costo medio y promedio de la energía por MW.
- Costo medio y promedio de la potencia por MWh.
- Costos unitarios por región y/o provincia de mano de obra.
- Población por provincia.
- Tasas de financiación por región y/o provincia.
- Costos de los combustibles por región y/o provincia.
- Costos de vehículos, alquileres, por región y/o provincia.
- Costos básicos de unidades constructivas eléctricas. Transformadores, cables, etc.
- Costos unitarios de los componentes generadores por tipo de tecnología.
- Costos unitarios de la construcción por región y/o provincia.

- Costos en seguridad e higiene industrial, por región y/o provincia.

Resulta claro que tal esfuerzo no es menor y trasciende ampliamente el alcance de este trabajo.

Estimación del impacto económico de proyectos eólicos en Argentina

Se realizó una estimación del impacto de proyectos eólicos en Argentina mediante extrapolación de resultados de otros estudios, en base a la identificación de patrones o índices característicos que puedan relacionarse con condiciones similares de proyectos en el país.

Para esto se utilizó el modelo JEDI para calcular impactos de una planta estándar de 100 MW en diferentes lugares de emplazamiento en Estados Unidos, siguiendo las mismas condiciones de análisis, y se extrapolaron resultados para el caso argentino. De los impactos económicos que calcula el modelo, a lo único que se le puede hacer extrapolación a otros lugares, es a la **cantidad de empleos** originados por los proyectos. En efecto, los otros impactos económicos que se miden en unidad monetaria (dólares americanos), tales como salarios y beneficios, ingresos por alquiler de terrenos, ingresos por impuestos a la propiedad, etc., están directamente ligados a condiciones locales. Sin embargo, puede asumirse que la cantidad de empleos que se crean están fundamentalmente determinados por las características de las instalaciones y componentes, las cuales son básicamente los mismos cualquiera sea el lugar de emplazamiento. Los empleos creados por actividades económicas inducidas están más influenciados por las condiciones locales y el nivel de ingresos de los trabajadores en los empleos directos e indirectos. No obstante ello, puede adoptarse como primera aproximación, que la cantidad de puestos de trabajos inducidos puede extrapolarse también de los casos analizados para Estados Unidos.

Para el estudio se utilizaron los datos por defecto que tiene incluidos en modelo. Se realizó una sensibilidad variando el porcentaje de participación local en los costos de instalación. Con estos resultados se realiza una estimación de los niveles de creación de empleo que podrían esperarse como consecuencia del desarrollo de emprendimientos de generación eólica en Argentina. El análisis se realiza para los valores totales y no para cada rubro en particular, utilizando los valores promedio indicados en la tabla. Los valores utilizados son:

- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **0 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **445** empleos.
- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **35 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **805** empleos.
- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **70 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **1.165** empleos.
- Empleos en la fase de operación para **100** MW de capacidad: **22** empleos/año.

Utilizando estos valores característicos se realizó una estimación de la cantidad de empleos que podrían crearse con el desarrollo de proyectos eólicos en Argentina. Se analizaron dos escenarios de crecimiento eólico 1.000 MW y 1.500 MW en el mediano plazo, y para cada uno de ellos los tres escenarios de participación local en la provisión de equipos y componentes. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

	1.000 MW de capacidad instalada	1.500 MW de capacidad instalada

Participación local en turbinas y equipos.	0%	35 %	70 %	0%	35 %	70 %
Total de empleos creados durante la etapa de construcción.	4.447	12.072	17.474	6.670	12.072	17.474
Total de empleos creados durante la operación (equivalentes por año).	223	223	223	334	334	334

Las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- EL modelo JEDI es una herramienta versátil para estimar los impactos económicos directos, indirectos e inducidos de proyectos de inversión eólica.
- Para determinar los impactos económicos, el modelo utiliza multiplicadores que miden el cambio en la actividad económica derivada, debido al cambio en la demanda de un bien (matriz insumo-producto). En el estado actual del modelo esos multiplicadores están adaptados solo a las distintas regiones de Estado Unidos.
- Para adaptar el modelo JEDI al caso argentino, sería necesario incorporar los multiplicadores económicos para cada región y/o provincia del país, donde se desea realizar el análisis. La elaboración de tales multiplicadores trasciende ampliamente el alcance de este trabajo, el cual se centra en la investigación de funcionamiento y aplicación del modelo JEDI.
- El modelo contiene datos y parámetros de costos de inversión de proyectos eólicos que son típicos para el caso de Estados Unidos. Si bien esos datos pueden utilizarse como referencia, o para estimaciones de impactos económicos en Argentina, los mismos deberían actualizarse y adaptarse a las condiciones de nuestro país.
- Con respecto a los impactos económicos regionales de proyectos eólicos, se observa que los mismos son altamente dependientes de los porcentajes de participación local en la fabricación y provisión de las turbinas y equipamientos. Esto es así debido a que ese rubro representa más del 70% del costo de inversión total. Eso demuestra el gran beneficio que representa desarrollar tecnología eólica en el país.
- Los casos de estudio muestran que los proyectos eólicos tiene un gran impacto en la creación de empleos durante la fase de construcción. Sin embargo, la cantidad de empleos en la fase de operación no es muy significativa. De todos modos es mayor que en otros tipos de plantas de generación.
- La estimación sobre el impacto de los planes de generación de renovables en Argentina indican, que si se construyen 1.500 MW de generación eólica, con alta participación local en la fabricación y provisión de turbinas y equipos, se pueden espera un impacto significativo en la creación de empleo, alrededor de 17.000 puestos de trabajo durante la fase de construcción. Dicho impacto sería mucho menor en caso de que se importen las turbinas eólicas y equipos asociados.

ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN LAS ECONOMÍAS REGIONALES

1. INTRODUCCIÓN

1.1. OBJETIVOS Y ALCANCE

Este trabajo es una continuación del proyecto ANÁLISIS DEL IMPACTO DEL DESARROLLO DE GENERACIÓN RENOVABLE EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN, el cual se focalizó en el potencial efecto económico sobre el sector de la construcción que tendrá el desarrollo de generación de renovables en el país. En este trabajo se propone extender el análisis para estimar el impacto del desarrollo de los planes de energías renovables en las economías regionales.

Tal como se describe en el estudio de referencia, la instalación de plantas de generación renovables tiene un impacto significativo en el desarrollo económico de las regiones donde se desarrollan los proyectos. Estos impactos pueden identificarse como directos, indirectos e inducidos, siendo los impactos directos los efectos inmediatos de erogar dinero en la construcción de nuevas plantas, tales como la mano de obra de trabajos de campo de instalación y construcción de las plantas, personal de apoyo, supervisión, etc. También se incluye dentro de esta categoría los puestos de trabajo relacionados directamente con la construcción de los equipos y componentes (turbinas, generadores, torres, calderas, etc.). Los impactos indirectos por otro lado, se refieren al incremento de actividad económica cuando los contratistas, fabricantes y suministradores de bienes y servicios que participan en la construcción y puesta en servicio de estas plantas utilizan el dinero que reciben para mantener el funcionamiento de sus respectivos negocios. Por ejemplo, servicios bancarios y financieros, seguros, proveedores de equipos y materiales, proveedores de servicios, etc. Los impactos inducidos se refieren al incremento de actividad económica que resulta cuando las personas que directa o indirectamente reciben ganancias de la construcción de las plantas de energía renovables gastan ese dinero. Por ejemplo, cuando un obrero compra comida, indumentaria y otros bienes y servicios.

Para la evaluación de estos impactos económicos, se requieren de modelos econométricos que representen la cadena de valor que una actividad determinada origina sobre otras actividades relacionadas directa e indirectamente, en este caso la construcción y operación de una planta eólica.

En países que cuentan con un desarrollo de renovables muy significativo, como es el caso de España y Estados Unidos, se han desarrollado este tipo de modelos. Uno de estos es el modelo denominado JEDI (del inglés: Job and Economic Development Impact "JEDI"), desarrollado por el NREL (National Renewable Energy Laboratory) para el Departamento de Energía de Estados Unidos. El modelo utiliza datos y factores o ratios económicos para estimar la actividad económica local y el impacto resultante de las nuevas plantas de generación de energía. Estos son factores que tienen en cuenta las interrelaciones entre los cambios en la demanda de bienes y servicios y la actividad económica asociada. Los mismos están agregados a nivel regional, estatal y nacional. Como resultado de la aplicación del modelo, se obtiene una estimación de la cantidad de empleos creados, los ingresos por sueldos, alquiler de terrenos e impuestos, así como otros ingresos relacionados con la actividad económica inducida en ramas no directamente relacionadas con un emprendimiento eólico. El modelo JEDI está diseñado específicamente para medir el impacto económico de proyectos

energéticos en el territorio de EEUU. En principio es posible utilizar este modelo para proyectos en Argentina, pero para eso es necesario adaptar los multiplicadores económicos y realizar otros cambios en la estructura de costos. Uno de los objetivos de este trabajo es precisamente evaluar cuales son los cambios requeridos para adaptar el modelo al caso argentino.

1.2. CONTENIDO Y ESTRUCTURA DEL INFORME

Este informe se divide en dos partes:

En la primera parte se realiza una descripción del modelo JEDI y análisis sobre la potencial utilización y adaptación del mismo para la evaluación de proyectos de inversión en Argentina. La Parte 1 comprende los capítulos 2, 3 y 4.

La segunda parte del informe tiene por objeto ilustrar mediante diversos casos de estudio, el orden de magnitud de los impactos económicos regionales de proyectos de inversión en generación eólica. Asimismo, se presenta una estimación del impacto económico de proyectos en Argentina mediante extrapolación de resultados de varios casos de estudio. El análisis se centra en la creación de empleos directos, indirectos e inducidos.

El contenido de los diferentes capítulos del informe es el siguiente:

Parte 1: Análisis del modelo JEDI

Capítulo 2: Provee una descripción detallada del modelo JEDI, incluyendo estructura del modelo, metodología, plataforma de cálculo, requerimientos de datos y resultados. Se describen también cuales son las limitaciones del modelo.

Capítulo 3: En este capítulo se presenta un caso de aplicación del uso del modelo JEDI para estimar los impactos económicos de un proyecto eólico específico. Se ha considerado como ubicación geográfica del proyecto, el Estado de Colorado en EE.UU. El objetivo es ilustrar el uso del modelo así como la interpretación de los resultados mediante un ejemplo práctico.

Capítulo 4: Presenta un análisis de la posibilidad de aplicar el modelo JEDI para el estudio de proyectos eólicos en el territorio nacional. Se describen los parámetros y multiplicadores que deberían adaptarse, y se analiza si la estructura del modelo es la adecuada.

Parte 2: Casos de estudio y estimación de impactos económicos en Argentina

Capítulo 5: Se describen algunos casos de estudio de impacto económico de proyectos de generación eólica, desarrollados con el modelo JEDI. Los proyectos analizados se sitúan en diferentes regiones de Estados Unidos, dado que el modelo en su estado actual, es solo aplicable a ese país. El objetivo es ilustrar mediante algunos casos de ejemplo, cual puede ser el orden de magnitud del efecto económico de proyectos de este tipo.

Capítulo 6: En este capítulo se busca estimar los impactos económicos regionales de proyectos de energía eólica en Argentina. Dado que el modelo JEDI no puede utilizarse en su versión actual directamente para proyectos en Argentina (ni en general para otros países), ya que la base de datos y los multiplicadores económicos son específicos para las distintas regiones de Estados Unidos, se estima el impacto económico mediante extrapolación de resultados de otros estudios, con la identificación de patrones o índices característicos que puedan relacionarse con condiciones similares de proyectos en Argentina.

Finalmente en el Capítulo 7, se proveen las principales conclusiones del trabajo y recomendaciones de trabajo futuro.

PARTE 1: Análisis del Modelo JEDI

2. ESTRUCTURA DEL MODELO JEDI

El modelo “JEDI”, del inglés: “Job and Economic Development Impact”, es un Modelo de simulación del impacto económico y creación de puestos de trabajo en el desarrollo de proyectos de energía.

El modelo JEDI fue desarrollado en el año 2002 para demostrar los beneficios económicos asociados con el desarrollo de parques eólicos en Estados Unidos. El objetivo principal en el desarrollo del modelo, era proporcionar una herramienta para los desarrolladores de proyectos de energía eólica, defensores de las energías renovables, funcionarios públicos, tomadores de decisiones y otros usuarios potenciales; con el objetivo de identificar fácilmente los impactos económicos locales asociados con la construcción y operación de plantas de energía eólica.

Otro objetivo del desarrollo del modelo, era el de facilitar un amplio acceso y uso de los usuarios del modelo, para que fuera adaptable a una aplicación en software conocido (Excel) y que se pudiera poner en un sitio web para su acceso en forma fácil y gratuita.

En consonancia con estos objetivos, un fuerte énfasis fue colocado en el diseño del modelo en un formato cómodo de usar que pueda ser fácilmente modificado, que refleje los diferentes niveles de información específica del proyecto y la habilidad del usuario. Esto asegura la máxima flexibilidad para los usuarios de hojas de cálculo sin experiencia, las personas no familiarizadas con el análisis del impacto económico, y los usuarios más experimentados y bien informados que tienen una necesidad de este tipo específico de análisis.

El modelo JEDI utiliza multiplicadores derivados de los datos del modelo IMPLAN, usando la versión 3.0 IMPLAN de Contabilidad Social y software de análisis de impacto. El mismo fue desarrollado por Minnesota IMPLAN Group.

En esta sección se describen las características principales del modelo JEDI, en particular se tratan los siguientes aspectos: objetivo y uso, metodología de cálculo, plataforma de implementación, datos de entrada, datos del proyecto y limitaciones del modelo. La descripción e interpretación de resultados se presenta en la sección subsiguiente, mediante un ejemplo de aplicación.

2.1. OBJETIVOS Y USO DEL MODELO

Los Modelos JEDI son fáciles de usar como herramientas de análisis que estiman los impactos económicos de la construcción y operación de las centrales eléctricas, instalaciones de producción de combustibles y otros proyectos a nivel local.

Teniendo en cuenta las fluctuaciones en los costos de las centrales eléctricas, los cambios en la industria y los patrones de consumo personal, el análisis no está diseñado para proporcionar un pronóstico exacto, sino más bien una estimación del total de los impactos económicos dentro de los escenarios específicos.

Sobre la base de datos introducidos por el usuario para proyectos específicos o entradas por defecto (derivado de las normas de la industria), el modelo JEDI estima el número de puestos de trabajo y los impactos económicos en un área local, que razonablemente pueden ser generados por una planta de energía, instalaciones de producción de combustible, u otros proyectos. Por ejemplo, con el modelo JEDI, se puede estimar el impacto en el número de

puestos de trabajo de construcción en una determinada ciudad, por el ingreso al sistema eléctrico, de un nuevo parque eólico.

El empleo, las ganancias y la producción se distribuyen en tres categorías:

- Proyecto de Desarrollo e Impactos en el Sitio de Trabajo.
- Ingresos locales y los impactos en la Cadena de Suministro.
- Impactos inducidos.

El modelo evalúa tres impactos independientes para cada gasto realizado por el proyecto productivo: **directa, indirecta e inducida**.

- Los impactos directos son los efectos en el lugar de emplazamiento del proyecto o inmediatas, creadas por la utilización del dinero para un nuevo proyecto eólico. En el modelo JEDI, la fase de construcción incluye los puestos de trabajo inducidos por los contratistas y los equipos contratados para la construcción de la planta, así como a sus directivos y el personal. Los impactos directos también incluyen puestos de trabajo en las fábricas que construyen las turbinas, así como los puestos de trabajo en las fábricas que producen las torres y las aspas.
- Los impactos indirectos se refieren al aumento de la actividad económica que se produce, por ejemplo: cuando un contratista, proveedor o fabricante recibe el pago por la venta de bienes o servicios y a su vez es capaz de pagar a otros que apoyan su negocio. Esto incluye el banquero que financia al contratista y el contador que lleva la contabilidad del contratista, así como las fábricas de acero, fabricantes de piezas eléctricas y proveedores de otros materiales y servicios necesarios.
- Los impactos inducidos son los originados por los intercambios económicos que se derivan de los gastos producidos por las personas empleadas directa e indirectamente por el proyecto. Por ejemplo, cuando trabajadores de la planta y otros trabajadores locales reciben ingresos económicos relacionados con la planta, que a su vez, les permite comprar insumos primarios como: comida, ropa y otros bienes y servicios de las empresas locales.

La suma de estos tres efectos es el resultado del impacto total de la construcción de la turbina eólica. En la Figura siguiente se ilustra el efecto dominó, a partir de los impactos directos, hasta producir los impactos inducidos. Esta cifra no incluye los impactos en otros sectores energéticos, como ser, fuentes de otras energías que son desplazadas por la producción de energía eólica.

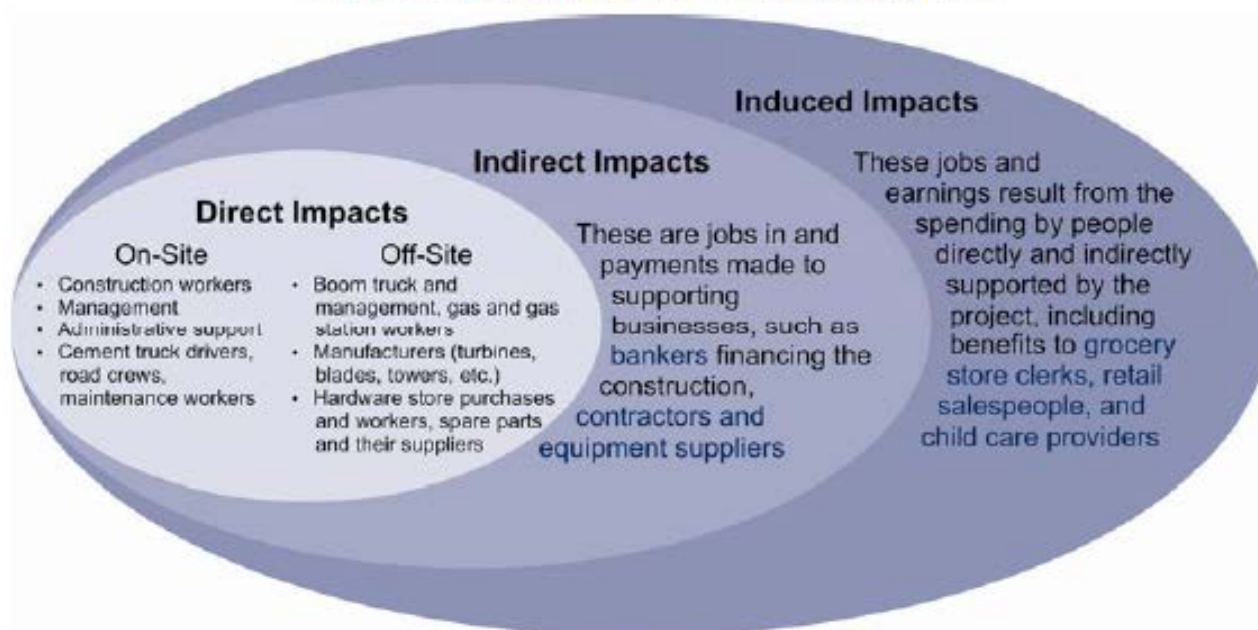


Figura 2-1: Efecto dómينو del impacto económico en proyectos eólicos.

El modelo JEDI es utilizado por los gobiernos que toman decisiones, las comisiones de servicios públicos, propietarios potenciales de proyectos, desarrolladores y otros interesados en el análisis de los impactos económicos asociados con las plantas de energías nuevas o existentes, como las instalaciones de producción de combustibles y otros proyectos.

JEDI es fácil de usar, ya que su diseño permite analizar con facilidad, los nuevos puestos de trabajo que se producirán debido al impacto económico de la construcción y operación de instalaciones de producción, relacionados con la energía. Los usuarios avanzados, pueden incorporar proyectos específicos de la ubicación y adaptar los datos a otras entradas del modelo, realizar análisis de sensibilidad y afinar las conclusiones de la salida del modelo.

2.2. METODOLOGÍA DE CÁLCULO

El modelo se basa en la utilización de multiplicadores de la industria que trazan los vínculos de abastecimiento dentro de la economía. Por ejemplo, el análisis muestra cómo las compras de turbinas eólicas no sólo beneficiarán a los fabricantes de turbinas, sino también a las industrias de metal y otros negocios que provean insumos de suministro de bienes y servicios, a los fabricantes.

Los Multiplicadores de la industria se derivan de los cambios en la actividad económica relacionados con los cambios en la demanda de bienes y servicios, en el año en el que los multiplicadores son calculados.

Cada modelo JEDI utiliza la misma metodología básica de entrada-salida. Es decir, el dinero gastado en un proyecto de generación de energía en una ciudad, provincia o región son analizados para determinar el impacto económico en el área local y la creación de empleos. Los resultados locales se clasifican en:

-
- Mano de obra local (por ejemplo, trabajos de hormigonado);
 - Servicios (por ejemplo, ingeniería, diseño, legal);
 - Materiales (por ejemplo, palas de aerogeneradores);
 - Ó de otros componentes (por ejemplo, tuercas y tornillos, materiales menores).

La porción del gasto del proyecto que se utiliza a nivel local (es decir, en el área geográfica que se analiza) se puede ajustar por el usuario (para reflejar la ubicación y los detalles específicos del proyecto), bajo la categoría "participación local".

Los Modelos JEDI utilizan datos económicos (multiplicadores y patrones de consumo) derivados del Organismo MIG (Minnesota IMPLAN Group), recolectando datos a nivel estatal, para estimar la actividad económica local y el impacto resultante de las nuevas plantas de generación de energía. El MIG compila y agrega datos económicos y demográficos nacionales y regionales para el cálculo de los vínculos entre la industria y las relaciones entre los cambios en la demanda de bienes y servicios, y la actividad económica asociada a los niveles local, estatal y regional. Los Indicadores o Multiplicadores estatales para el empleo, sueldos y salarios, la producción y los patrones de gasto del personal, se derivan del uso del software de contabilidad MIG información disponible en la web.

Los cambios en los patrones de gastos ocasionados por las inversiones en centrales eléctricas, instalaciones de producción de combustibles y otros proyectos, se corresponden con los multiplicadores (o indicadores) de la industria correspondiente. Si el año para el cual se han introducido los gastos (en dólares), no se corresponden con los datos del año del multiplicador utilizado en el modelo, entonces, se le aplica deflatores de precios para tener en cuenta los cambios en el valor real de la moneda utilizada. Por lo tanto, el resumen de los resultados se convierten de nuevo al año original introducida por el usuario, en dólares de ese año (actualización).

El Laboratorio Nacional de Energías Renovables (NREL), realiza extensas entrevistas con los desarrolladores de proyectos de generación de energía, representantes de gobiernos estatales, y otros actores de las industrias apropiadas, para determinar los valores adecuados por defecto que figuran dentro de los modelos. Sin embargo, el gasto real del proyecto en bienes y servicios puede variar de forma significativa por el proyecto y su ubicación. Al igual que las acciones locales, estos valores se ajustan fácilmente por el usuario para tener en cuenta la variabilidad entre los proyectos y localizaciones específicas.

2.3. PLATAFORMA

Los modelos JEDI se ejecutan en planillas Excel. Todos los modelos JEDI aplican la misma interfaz de usuario básica. Los usuarios pueden descargar el modelo JEDI adecuado y luego deben ingresar la información básica acerca de un proyecto, incluyendo el estado, ubicación, año de construcción y el tamaño de la instalación. Luego, el modelo calcula los costos del proyecto (es decir, los gastos específicos), y los impactos económicos en términos de empleo, los ingresos (es decir, sueldos y salarios) y de salida (es decir, el valor de la producción) como resultado del proyecto. En la medida en que un usuario tiene y puede incorporar proyectos específicos de datos, así como la proporción del gasto se espera que ocurra a nivel local, los resultados son más propensos a reflejar mejor los impactos reales del proyecto específico.

2.4. DATOS DEL PROYECTO

Los datos de un proyecto específico incluyen una lista de bienes (costos asociados con la construcción real de las instalaciones, caminos, etc., así como los costos de equipos, otros servicios, y gastos administrativos), costos de operación anual y costos de mantenimiento, la porción de los gastos que se gastan en el país, las condiciones de financiación, y las tasas de impuestos locales.

El Modelo JEDI proporciona valores por defecto razonables para cada una de las entradas y todas las que sean necesarias para el análisis, el usuario tiene la opción de ajustar los datos específicos del proyecto para las siguientes categorías de entradas:

- Costos de Construcción.
- Costos de equipo.
- Costos Anuales de Operación y Mantenimiento.
- Parámetros de Financiamiento.
- Otros Costos.

En el caso de que los datos de proyectos específicos no estén disponibles, los valores por defecto se pueden utilizar para representar a los costos medios y los patrones de gasto derivados de una serie de fuentes (datos para proyectos específicos contenido en informes del área, encuestas industriales y estudios de la industria).

Para llevar a cabo un análisis más específico, los usuarios son alentados a incorporar los valores específicos del proyecto, en lugar de los valores por defecto. Ningún proyecto seguirá el patrón por defecto exacto de los gastos. El tamaño del proyecto, ubicación, acuerdos de financiación, y los numerosos factores específicos del sitio, influirán en los costos de construcción y operación. Del mismo modo, la disponibilidad de recursos locales, incluyendo la mano de obra, materiales y componentes fabricados en el país de plantas de energía, pueden tener un efecto significativo sobre los costos y los impactos económicos que se acumulan en la región estatal o local.

2.5. LIMITACIONES DEL MODELO

a) Los resultados reflejan los impactos brutos y no los impactos netos: Al igual que la mayoría de las herramientas de análisis de insumo-producto, el modelo JEDI informa sólo de los efectos brutos del proyecto descrito. Los resultados JEDI no reflejan muchos otros impactos económicos que pudieran afectar la vida real y la creación de empleos debido al proyecto. Estos otros impactos económicos incluyen, pero no están limitados a:

- ✓ Los posibles aumentos o disminuciones en las tarifas eléctricas o precios de los combustibles, derivados de las inversiones en la nueva planta de energía o en la nueva infraestructura de combustible.
- ✓ Pérdidas locales de desarrollo económico, asociadas con el posible desplazamiento de otras fuentes de energía locales.
- ✓ El desplazamiento de algún otro tipo de actividad económica, debido a la inversión en este proyecto en particular.

b) El modelo es estático: Como tal, se basa en relaciones inter-industriales y patrones de consumo personal en el momento del análisis. El modelo no tiene en cuenta los comentarios a través de la demanda, los aumentos o reducciones que podrían resultar de los cambios de precios. Del mismo modo, el modelo no tiene en cuenta la opinión de las presiones inflacionarias o las posibles limitaciones en mano de obra local y la oferta de dinero. Además, el modelo asume que existen suficientes recursos y capacidades locales de producción y que los servicios están disponibles para satisfacer el nivel de la demanda local identificado en los supuestos del modelo. Para las nuevas centrales eléctricas, el modelo no implica automáticamente tener en cuenta las mejoras en la productividad de la industria a través del tiempo, los cambios durante la construcción, o los cambios en los procesos de operación y mantenimiento (por ejemplo, la fórmula de la producción de mano de obra, materiales y coeficientes de costos de los servicios).

c) Los resultados se basan en aproximaciones de industriales relaciones insumo-producto: Los modelos Insumo-Producto, incluyendo JEDI, se aplican a las relaciones históricas entre la demanda (es decir, los gastos específicos dentro de un determinado sector industrial) y la actividad económica resultante de estimar los gastos de los nuevos desarrollos y medidas económicas afectadas, incluyendo puestos de trabajo, ingresos de los trabajadores (salarios y las prestaciones pagadas por el empleador), y la salida, una medida general de la actividad económica. La precisión de estas relaciones entre la industria (es decir, coeficientes de insumo o multiplicadores) depende de los parámetros, incluyendo la fecha de los multiplicadores o indicadores que reflejan las relaciones, lo bien que los sectores industriales se encuentran definidos reflejan las entradas y salidas particulares del proyecto de tecnología en estudio, y qué tan bien los multiplicadores reflejan la geografía de donde el proyecto se encuentra ubicado.

d) Los resultados dependen de la exactitud y adecuación de la descripción del proyecto: Los analistas del NREL (Laboratorio Nacional de Energías Renovables), realiza entrevistas con los propietarios del proyecto, desarrolladores, empresas de ingeniería y diseño, empresas de construcción y otros, para alinear la información inicial del modelo por defecto lo más estrechamente posible con la realidad. Esto incluye los costos y gastos, detalles de financiación, impuestos, pagos de arrendamiento y la cuota local de gasto para cada modelo. Estos datos por defecto reflejan los promedios de la industria e información en todo el país, y normalmente no se proporcionan para los estados específicos. Esta información por defecto no se actualiza en forma regular y varía según el modelo. Los usuarios están invitados a incorporar la ubicación y los datos específicos del proyecto para obtener resultados más localizados y significativos posibles.

e) Los resultados no son una medida de la rentabilidad del proyecto o la viabilidad: Los resultados del modelo JEDI, son una estimación de los impactos económicos en términos de posibles puestos de trabajo, ingresos y salidas que pueden ocurrir como resultado del proyecto propuesto. Sin embargo, todos los resultados deben ser interpretados a la luz de las limitaciones descritas anteriormente. Los resultados del modelo, suponen que los proyectos son financieramente viables y se pueden justificar, independientemente de su valor para el desarrollo económico. El modelo, no proporciona ningún tipo de análisis costo / beneficio, la rentabilidad sobre la inversión, u otra medida de la rentabilidad del proyecto o la viabilidad del mismo.

f) Periodo de Análisis: El periodo de análisis es a partir del año 2007 hasta el 2030, los impactos adicionales más allá de estos años no se consideran.

2.6. REQUERIMIENTOS DE DATOS DEL MODELO JEDI

El modelo se ha programado en Microsoft Excel, y requiere cuatro tipos de entradas:

- (1) Datos descriptivos del Proyecto.
- (2) Datos de los Costos del Proyecto.
- (3) Costos de Operación y Mantenimiento Anual del Parque Eólico.
- (4) Otros parámetros.

Los datos necesarios del proyecto descriptivo se componen de ocho parámetros:

- Ubicación del proyecto (ubicación del condado).
- Año de construcción.
- Tamaño del proyecto (capacidad nominal).
- Tamaño de Turbina (el tamaño en kW).
- Número de turbinas.
- Costo del proyecto de construcción (dólares por kilovatio de capacidad ó \$ / kW).
- Costo de Operación y Mantenimiento Anual (\$ / kW).
- El valor del dinero - en dólares corrientes al año.

Los datos sobre costos del proyecto constan de 16 parámetros organizados en tres categorías:

- Costos de la construcción.
- Costos del equipo.
- Costos diversos.

Los costos de operación y mantenimiento anual de la planta de generación Eólica, consisten en 11 parámetros organizados en dos categorías:

- Personal.
- Materiales y servicios.

Existen otros parámetros de entradas al modelo, que consiste en 17 ítems organizados en cinco categorías:

- Endeudamiento.
- Cantidad de financiación / reembolso.
- Parámetros de Impuestos.
- Parámetros de arrendamiento de tierras.
- Parámetros de nómina.

2.7. RESULTADOS ESPERADOS DEL MODELO JEDI

El modelo de JEDI genera los siguientes resultados para un conjunto dado de insumos:

- Trabajos: Se refiere al empleo equivalente a tiempo completo durante un año.
- Salida: La actividad económica o "el valor del proyecto" en el estado, región, o la economía del condado.
- Ingresos: Se refiere a los costos salariales anuales y / o compensaciones salariales pagados a los trabajadores que participan en forma directa, indirecta,

y los efectos inducidos.

- El gasto local: Se refiere a los dólares reales anuales gastados en bienes y servicios en el área de emplazamiento que está siendo analizado, estatal, regional, o la economía del condado donde el parque eólico se está construyendo.
- Los pagos de arrendamiento anuales: Proporciona un total de pagos anual realizados por servidumbre a los propietarios.
- Los impuestos a la propiedad: Representa los impuestos anuales de propiedad que el proyecto va a generar, con exclusión de las exenciones de impuestos de propiedad que pueden estar disponibles.

2.8. LIMITACIONES DE LA APLICACIÓN

Al igual que con otras herramientas de previsión económica, JEDI tiene varios supuestos y limitaciones. Por ejemplo, JEDI no está destinada a ser una herramienta de pronóstico preciso. Más bien, ofrece un perfil razonable de cómo la inversión en un parque eólico puede afectar a una economía determinada. Además, JEDI ofrece un análisis grueso en lugar de un análisis profundo, es decir, el modelo no tiene en cuenta los impactos netos asociados con el gasto alternativo de los fondos del proyecto o la sustitución de las actuales instalaciones de generación de electricidad que puedan existir dentro de una determinada economía local (por ejemplo, la electricidad generada por la energía eólica de sustitución de una planta de generación a gas ya existente).

JEDI también asume que existen los ingresos suficientes para cubrir toda la deuda y / o pagos de capital, las operaciones anuales y los costos de mantenimiento asociados con un proyecto determinado. En consecuencia, el modelo JEDI puede proporcionar información válida de los beneficios razonables asociados a un determinado proyecto a analistas, promotores eólicos, administradores de servicios públicos, y funcionarios del gobierno, que deben garantizar que un determinado proyecto es una inversión aceptable.

2.9. ESTRUCTURA DEL MODELO

A continuación se presenta en forma esquemática y sintética, la estructura del modelo JEDI:

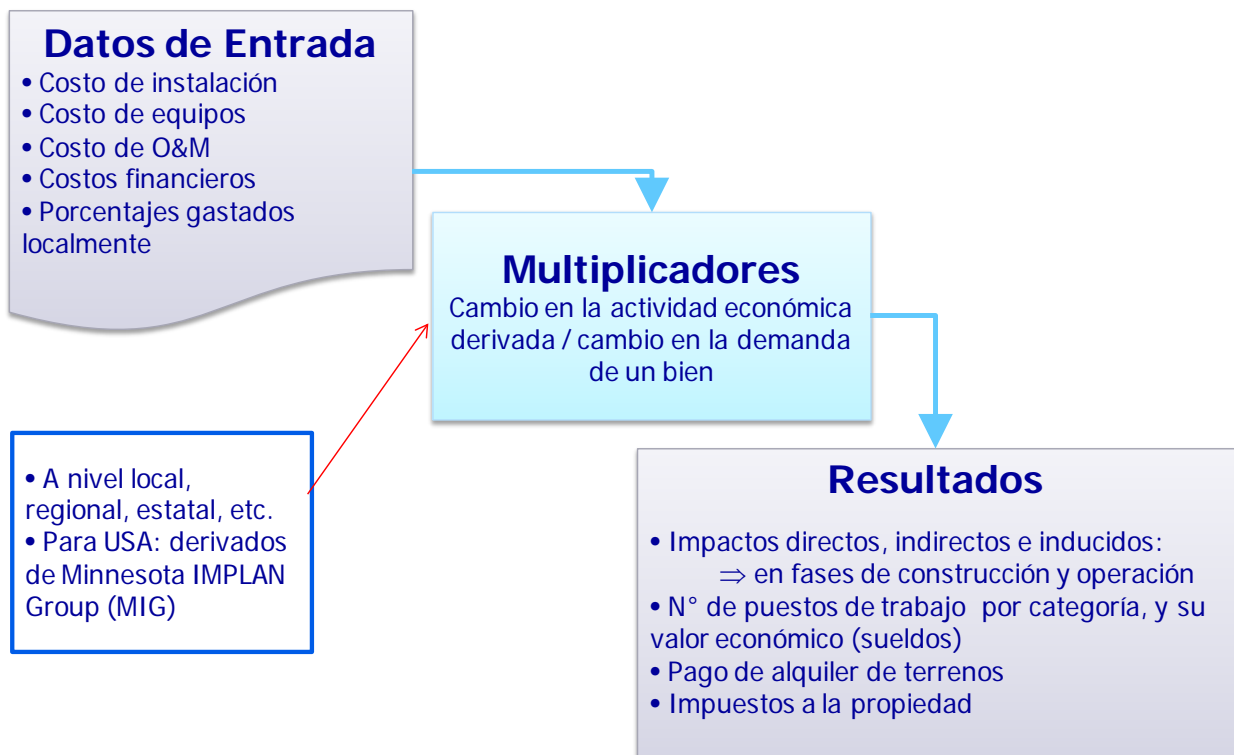


Figura 2-2: Estructura del Modelo JEDI.

Como se observa en el esquema sintético, el modelo JEDI con la ayuda de datos de entrada adecuados y utilizando los multiplicadores correctos, se obtienen resultados aceptables con una precisión que depende de la información introducida.

■ Ventajas y usos

- **Estimación global de impactos económicos en la región de estudio**
- **Fácil de utilizar**
- **Disponible sin costo**
- **Permite al usuario introducir cambios**
- **Se puede utilizar dentro de un modelo del tipo Monte-Carlo para análisis estocástico**

■ Limitaciones

- **Resultados estimados:**
 - ✓ **Depende de la calidad de los multiplicadores**
- **No incluye impactos en la operación del sistema eléctrico y costo de la electricidad**
- **No evalúa el desempeño económico del proyecto**
- **No evalúa otros efectos intangibles**
- **Requiere gran nivel de detalle en los costos del proyecto**

Figura 2-3: Ventajas y Usos vs Limitaciones del Modelo JEDI.

2.10. DISTINTOS MODELOS JEDI DESARROLLADOS

Los modelos JEDI, por las características de cada área de estudio, tienen particulares de información que hacen necesaria la construcción y diseño a medida de cada una de las plataformas de cálculo, por lo que es conveniente el armado de modelos individuales adaptados a cada circunstancia particular del mercado.

A continuación se detallan los modelos JEDI desarrollados hasta el momento:

- **Biofuels Models.**
 - Cellulosic – Model.
 - Corn – Ethanol.
- **Coal Model.**
- **Marine and Hydrokinetic Power Model.**
- **Natural Gas Model.**
- **Solar Models.**
 - CSP – Trough – Model.
 - PV – Model.
- **Wind Energy Model.**

Como se observa, en algunas áreas de diseño tienen dos modelos desarrollados, conforme a las características del tipo de tecnología utilizada.

3. EJEMPLO DE APLICACIÓN

En esta sección se presenta un caso de aplicación del uso del modelo JEDI para estimar los impactos económicos de un proyecto eólico específico. Se ha considerado como ubicación geográfica el Estado de Colorado en EE.UU.

3.1. DATOS DE ENTRADA Y RESUMEN DE RESULTADOS

En el ejemplo se ha propuesto conocer el impacto que tendrá en el Estado de Colorado la instalación de un Parque Eólico de 100 MW. El diseño será con generadores individuales de 2 MW. El proyecto tiene un costo total de 200 millones de dólares y el año previsto de construcción es el 2012.

En la figura siguiente se presentan los datos básicos solicitados por el modelo y un resumen de los resultados:

Wind Farm - Project Data Summary based on model default values

Project Location	COLORADO
Year of Construction	2012
Total Project Size - Nameplate Capacity (MW)	100
Number of Projects (included in total)	1
Turbine Size (KW)	2000
Number of Turbines	50
Installed Project Cost (\$/KW)	\$2.001
Annual O&M Cost (\$/KW)	\$25,00
Money Value (Dollar Year)	2012
Installed Project Cost	\$200.050.562
Local Spending	\$35.877.622
Total Annual Operational Expenses	\$33.455.194
Direct Operating and Maintenance Costs	\$2.500.000
Local Spending	\$778.319
Other Annual Costs	\$30.955.194
Local Spending	\$867.590
Debt and Equity Payments	\$0
Property Taxes	\$567.590
Land Lease	\$300.000

Local Economic Impacts - Summary Results

	Jobs	Earnings	Output
During construction period			
Project Development and Onsite Labor Impacts	67	\$4,4	\$4,9
Construction and Interconnection Labor	60	\$3,8	
Construction Related Services	7	\$0,6	
Turbine and Supply Chain Impacts	276	\$18,1	\$44,2
Induced Impacts	88	\$4,7	\$13,5
Total Impacts	430	\$27,3	\$62,7
During operating years (annual)			
Onsite Labor Impacts	6	\$0,4	\$0,4
Local Revenue and Supply Chain Impacts	7	\$0,4	\$1,9
Induced Impacts	5	\$0,3	\$0,8
Total Impacts	18	\$1,1	\$3,1

Notes: Earnings and Output values are millions of dollars in year 2012 dollars. Construction and operating jobs are full-time equivalent for a period of one year (1 FTE = 2,080 hours). Wind farm workers includes field technicians, administration and management. Economic impacts "During operating years" represent impacts that occur from wind farm operations/expenditures. The analysis does not include impacts associated with spending of wind farm "profits" and assumes no tax abatement unless noted. Totals may not add up due to independent rounding. Results are based on model default values.

Figura 3-1: Datos del Modelo JEDI y Resumen de Resultados.

Notas: Las ganancias y los valores de salida son millones de dólares del año 2012. Los trabajos de construcción y mantenimiento, son equivalentes a tiempo completo por un período de un año (1 ETC = 2.080 horas). Los obreros que trabajan en parques eólicos incluyen técnicos de campo, administración y gestión. Los impactos económicos "durante los años de funcionamiento" representan el impacto que se produce por los gastos de operación del parque eólico.

Los análisis no incluyen los impactos asociados con el gasto asociado del parque eólico "beneficios" y no asume ninguna reducción de impuestos a menos que indique lo contrario.

Los totales pueden no coincidir debido al redondeo y los resultados se basan en los valores predeterminados que tiene el modelo.

3.2. INTERPRETACION DE RESULTADOS

En la figura siguiente se presenta el detalle de costos asociados al proyecto del parque eólico.

Detailed Wind Farm Project Data Costs		COLORADO	
Construction Costs		Cost	Local Share
Equipment			
Turbines		\$89.483.518	0%
Blades		\$20.949.318	0%
Towers		\$23.193.888	0%
Transportation		\$16.011.265	0%
Equipment Total		\$149.637.989	
Balance of Plant			
Materials			
Construction (concrete rebar, equip, roads and site prep)		\$21.622.690	90%
Transformer		\$2.445.974	0%
Electrical (drop cable, wire,)		\$2.578.222	100%
HV line extension		\$4.709.552	70%
Materials Subtotal		\$31.356.439	
Labor			
Foundation		\$1.266.243	95%
Erection		\$1.434.200	75%
Electrical		\$2.090.061	70%
Management/supervision		\$1.084.537	0%
Misc.		\$7.600.000	50%
Labor Subtotal		\$13.475.041	
Development/Other Costs			
HV Sub/Interconnection			
Materials		\$1.486.045	90%
Labor		\$455.205	10%
Engineering		\$2.022.135	0%
Legal Services		\$1.102.064	100%
Land Easements		\$0	100%
Site Certificate		\$515.644	100%
Development/Other Subtotal		\$5.581.093	
Balance of Plant Total		\$50.412.572	
Total Project Costs		\$200.050.562	

Figura 3-2: Detalles del Proyecto, Costos de Construcción.

En esta figura se muestra la apertura de detalles que tiene el proyecto en el ítem de construcción y también presenta el impacto económico que tiene en el área local de emplazamiento, en forma porcentual.

Wind Plant Annual Operating and Maintenance Costs		
	Cost	Local Share
Labor Costs		
Personnel		
Field Salaries	\$286.221	100%
Administrative	\$45.795	100%
Management	\$114.488	100%
Labor/Personnel Subtotal	\$446.504	
Materials and Services		
Vehicles	\$58.663	100%
Misc. Services	\$22.879	80%
Fees, Permits, Licenses	\$11.439	100%
Misc. Materials	\$45.757	100%
Insurance	\$439.972	0%
Fuel (motor vehicle gasoline)	\$22.879	100%
Tools and Misc. Supplies	\$148.711	100%
Spare Parts Inventory	\$1.303.197	2%
Materials and Services Subtotal	\$2.053.496	
Debt Payment (average annual)	\$23.205.865	0%
Equity Payment - Individuals	\$0	100%
Equity Payment - Corporate	\$6.881.739	0%
Property Taxes	\$567.590	100%
Land Lease	\$300.000	100%
Total Annual Operating and Maintenance Costs	\$33.455.194	

Figura 3-3: Detalles del Proyecto, Costos de Mantenimiento.

En esta figura se presenta el detalle de costos asociados al mantenimiento del Parque Eólico en cuanto a la planta de trabajadores.

También tiene el detalle de gastos en materiales y servicios que puedan impactar en forma directa e indirecta en la localidad donde se encuentra emplazado el proyecto.

Other Parameters		Local Share
Financial Parameters		
Debt Financing		
Percentage financed	80%	0%
Years financed (term)	10	
Interest rate	10%	
Equity Financing		
Percentage equity	20%	
Individual Investors (percent of total equity)	0%	100%
Corporate Investors (percent of total equity)	100%	0%
Return on equity (annual interest rate)	16%	
Repayment term (years)	10	
Tax Parameters		
Local Property/Other Tax Rate (percent of taxable value)	na	
Assessed value (percent of construction cost)	na	
Taxable Value (percent of assessed value)	na	
Taxable Value	na	
Taxes Per MW	\$5.676	
Local Taxes	\$567.590	100%
Land Lease Parameters		
Land Lease Cost (per turbine)	\$6.000	
Land Lease (total cost)	\$300.000	
Lease Payment recipient (F = farmer/household, O = Other)	F	100%
Payroll Parameters		
Construction Labor		Average Wage per hour Employer Pay
Foundation	\$18,32	37,6%
Erection	\$20,75	37,6%
Electrical	\$27,49	37,6%
Management/Supervision	\$37,37	37,6%
O&M Labor		Average Wage per hour Employer Pay
Field Salaries (technicians, other)	\$25,00	37,6%
Administrative	\$16,00	37,6%
Management	\$40,00	37,6%

Figura 3-4: Detalles del Proyecto, Costos de Otros Parámetros.

En esta figura se presenta el detalle de otros parámetros que impactan en el costo del proyecto. Por ejemplo: los porcentajes de financiación, impuestos, costos asociados al pago de alquiler por servidumbre de la tierra, etc.

4. USO DEL MODELO JEDI PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO ARGENTINO

En esta sección se presenta un análisis de la posibilidad de aplicar el modelo JEDI al estudio de proyectos eólicos en el territorio nacional. Tal como se describió anteriormente, el modelo calcula los impactos económicos directos, indirectos e inducidos de proyectos de inversión en base a una serie de multiplicadores y parámetros económicos.

Efectivamente, el modelo ha sido desarrollado específicamente para los proyectos a desarrollar en los EE.UU., tanto en términos de los datos necesarios como los costos detallados del sistema, así como los multiplicadores incorporados en el modelo para obtener los resultados. Dicho esto, el modelo ciertamente se podría adaptar para su análisis en otros países. El modelo está diseñado para permitir a los usuarios tanto para cambiar los insumos de costos, así como para incorporar multiplicadores de uso adicional (identificando las relaciones de puestos de trabajo, los ingresos y la producción por cada millón de dólares de la demanda en los respectivos sectores) y otros coeficientes.

En la medida en que se pueda obtener o desarrollar el tipo de multiplicadores y coeficientes requeridos por el modelo y proporcionar los datos de costos adecuados, el modelo puede utilizarse para otros países o regiones además de Estados Unidos.

A continuación se detalla un listado mínimo necesario de input / output a desarrollar, para que el modelo pueda reflejar los resultados correctos:

- Matriz insumo – producto.
- Deflatores o actualizadores de la moneda respecto del año base.
- Multiplicadores y patrones de consumo.
- Tasas e impuestos por MW.
- Arrendamientos de tierras por metro cuadrado.
- Costo medio y promedio de la energía por MW.
- Costo medio y promedio de la potencia por MWh.
- Costos unitarios por región y/o provincia de mano de obra.
- Población por provincia.
- Tasas de financiación por región y/o provincia.
- Costos de los combustibles por región y/o provincia.
- Costos de vehículos, alquileres, por región y/o provincia.
- Costos básicos de unidades constructivas eléctricas. Transformadores, cables, etc.
- Costos unitarios de los componentes generadores por tipo de tecnología.
- Costos unitarios de la construcción por región y/o provincia.
- Costos en seguridad e higiene industrial, por región y/o provincia.

A continuación se presentan las tablas de multiplicadores necesarios a completar por región y/o provincia, en cuanto a la generación de puestos de trabajo, ingresos y egresos discriminados en incidencia directa, indirecta e inducida. Los mismos deben ser completados para cada uno de los ítems de los sectores de agricultura, construcción, fabricación de metales, minería, equipamiento eléctrico, comercio mayorista - minorista y demás datos que son necesarios a completar para el desarrollo de los multiplicadores.

Jobs Per Million Dollars Change in Final Demand			Personal Consumption Expenditures (PCE)	
Jobs Direct Multipliers	MyCounty	MyRegion	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000	0,000	0,000
Government	0,000	0,000	0,000	0,000
			Total	0,0000 0,0000

Tabla 4-1: Puestos de trabajo directos, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Jobs Per Million Dollars Change in Final Demand			Jobs Per Million Dollars Change in Final Demand		
Jobs Indirect Multipliers	MyCounty	MyRegion	Jobs Induced Multipliers	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000	Agriculture	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000	Mining	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000	Construction	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000	Manufacturing	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000	Fabricated Metals	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000	Machinery	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000	Electrical Equipment	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000	TCPU	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000	Wholesale Trade	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000	Retail Trade	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000	FIRE	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000	Misc. Services	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000	Professional Services	0,000	0,000
Government	0,000	0,000	Government	0,000	0,000

Tabla 4-2: Puestos de trabajo indirecto e inducido, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Earnings Per Million Dollars Change in Final Demand		
Earnings Direct Multipliers	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000
Government	0,000	0,000

Tabla 4-3: Ingresos directos, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Earnings Per Million Dollars Change in Final Demand			Earnings Per Million Dollars Change in Final Demand		
Earnings Indirect Multipliers	MyCounty	MyRegion	Earnings Induced Multipliers	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000	Agriculture	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000	Mining	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000	Construction	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000	Manufacturing	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000	Fabricated Metals	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000	Machinery	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000	Electrical Equipment	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000	TCPU	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000	Wholesale Trade	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000	Retail Trade	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000	FIRE	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000	Misc. Services	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000	Professional Services	0,000	0,000
Government	0,000	0,000	Government	0,000	0,000

Tabla 4-4: Ingresos indirecto e inducido, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Output Per Million Dollars Change in Final Demand		
Output Direct Multipliers	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000
Government	0,000	0,000

Tabla 4-5: Salidas directas, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Output Per Million Dollars Change in Final Demand			Output Per Million Dollars Change in Final Demand		
Output Indirect Multipliers	MyCounty	MyRegion	Output Induced Multipliers	MyCounty	MyRegion
Agriculture	0,000	0,000	Agriculture	0,000	0,000
Mining	0,000	0,000	Mining	0,000	0,000
Construction	0,000	0,000	Construction	0,000	0,000
Manufacturing	0,000	0,000	Manufacturing	0,000	0,000
Fabricated Metals	0,000	0,000	Fabricated Metals	0,000	0,000
Machinery	0,000	0,000	Machinery	0,000	0,000
Electrical Equipment	0,000	0,000	Electrical Equipment	0,000	0,000
TCPU	0,000	0,000	TCPU	0,000	0,000
Wholesale Trade	0,000	0,000	Wholesale Trade	0,000	0,000
Retail Trade	0,000	0,000	Retail Trade	0,000	0,000
FIRE	0,000	0,000	FIRE	0,000	0,000
Misc. Services	0,000	0,000	Misc. Services	0,000	0,000
Professional Services	0,000	0,000	Professional Services	0,000	0,000
Government	0,000	0,000	Government	0,000	0,000

Tabla 4-6: Salidas indirecta e inducida, originados por cada millón de dólares de cambio en la demanda.

Con el desarrollo de esta matriz para cada región y/o provincia se puede utilizar el modelo JEDI en nuestro país, para evaluar los impactos económicos de distintos tipos de generación, en particular la generación eólica, la cual reviste gran interés para el país debido a sus características renovables y el ingente potencial de vientos que existe en distintas zonas del territorio nacional.

El desarrollo y el llenado de esta matriz de multiplicadores exceden el alcance de este informe de investigación de funcionamiento y aplicación del modelo JEDI.

Parte 2: Casos de Estudio y Estimación de Impactos Económicos en Argentina

5. CASOS DE ESTUDIO CON EL MODELO

Se presentan en esta sección algunos casos de estudio de impacto económico de proyectos de generación eólica, desarrollados con el modelo JEDI. Los proyectos analizados se sitúan en diferentes regiones de Estados Unidos, dado que el modelo en su estado actual es solo aplicable a ese país. El objetivo es ilustrar mediante algunos casos de ejemplo cual puede ser el orden de magnitud del efecto económico de proyectos de este tipo. Si bien las condiciones son muy diferentes a las de nuestro país y por lo tanto, no resulta adecuado hacer una extrapolación directa de estos resultados al caso argentino, el análisis de estos casos provee conclusiones relevantes respecto a lo que pueden esperarse de emprendimientos de este tipo, en relación al impacto sobre las economías locales.

5.1. ESTUDIO 1: ESTUDIO DEL IMPACTO ECONOMICO EN ENERGÍA EÓLICA DE 1,000 MW EN EL ESTADO DE TEXAS

El estado de Texas esta en sexto lugar en el mundo, en cuanto a capacidad de generación eólica instalada. Cuenta con aproximadamente 10.135 MW de capacidad instalada a fines de 2011. Tal despliegue de generación eólica ha estimulado el desarrollo local de la cadena de suministro y diversas actividades que contribuyen a la economía de la región.

El estudio busca cuantificar el impacto económico y la creación de empleos de la instalación de 1.000 MW de generación eólica en ese estado. El estudio tiene por objetivo brindar información relevante sobre las oportunidades de desarrollo económico asociadas al avance de la generación eólica. Los resultados del estudio concluyen que la instalación de 1.000 MW de aerogeneradores en Texas, deja el siguiente saldo económico:

- Más de 2.100 empleos de tiempo completo, durante la fase de construcción.
- Cerca de US\$ 260 millones en actividad económica de Texas, durante el período de construcción.
- Alrededor de US\$ 35 millones de dólares anuales en la actividad económica de Texas, durante los períodos de funcionamiento, por operación y mantenimiento.
- Más de US\$ 7 millones en impuestos a la propiedad.
- Cerca de US\$ 5 millones anuales en ingresos para los propietarios de tierras en Texas, que alquilan sus tierras para proyectos de energía eólica.

El estudio incluye un análisis de sensibilidad respecto del porcentaje de equipos y componentes que se fabrican localmente. Dado que la fabricación de los aerogeneradores representa alrededor del 70 % de los costos totales de un parque eólico, esto tiene un impacto significativo en la creación de empleos, tanto directos como indirectos e inducidos. La figura siguiente, muestra la cantidad total de empleos para cuatro escenarios donde se varía el componente de fabricación local. Se observa que la cantidad de empleos se cuadruplica en el caso de 75 % de porcentaje de producción local versus la condición base, en la cual dicho porcentaje es nulo.

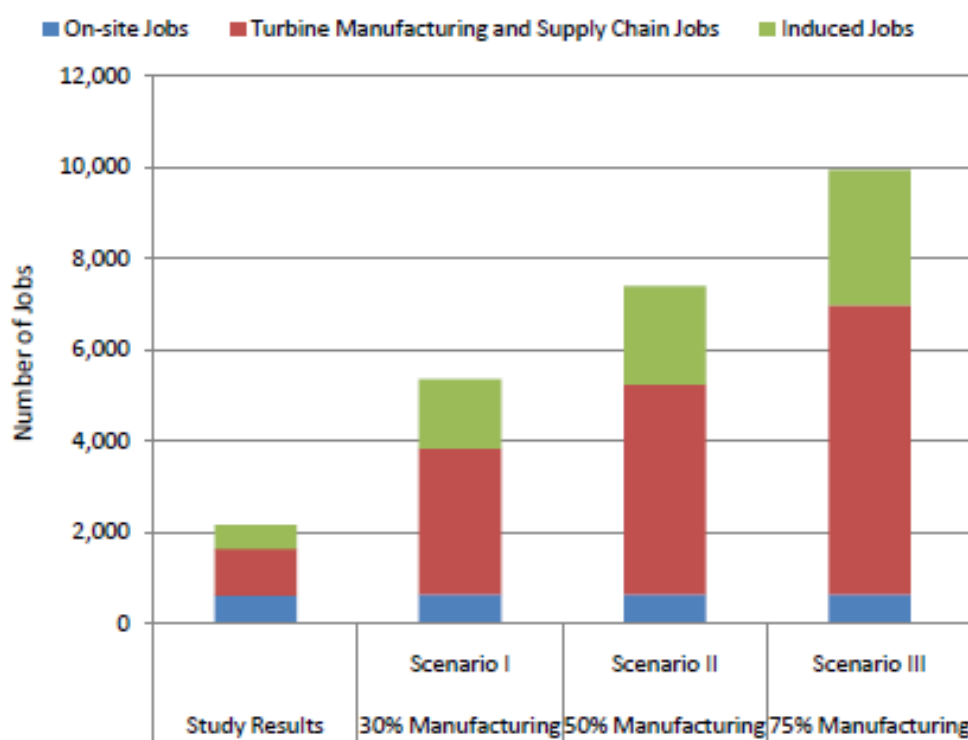


Figura 5-1: Cantidad de empleos para distintos escenarios de fabricación local de generadores eólicos.

5.2. ESTUDIO2: ESTUDIO DE IMPACTO ECONOMICO DE PROYECTOS DE TRANSMISIÓN Y NUEVA GENERACIÓN EN EL ESTADO DE WYOMING U.S.

El estudio tiene por objeto estimar el impacto económico de megaproyectos de energías a desarrollarse durante un periodo de 10 años (2012-2021). El impacto sobre la actividad económica se cuantifica utilizando el modelo JEDI. La nueva infraestructura considerada incluye 9.000 MW de generación eólica y 1.800 MW de generación térmica a base de gas natural. También se incluye en el análisis la construcción de cuatro nuevas líneas de transmisión de alta tensión diseñadas para evacuar la nueva generación. Dos de estas son líneas de 500 kV de corriente continua (HVDC) con una capacidad de transmisión de 3.000 MW. Las otras dos son líneas de 500 kV de corriente alterna (HVAC) con una capacidad de 1.500 MW. También se incluye la expansión de redes de transmisión de menor tensión en 230 kV.

La tabla siguiente muestra el detalle de los costos totales de instalación a desarrollarse durante los 10 años del periodo de estudio y el costo promedio de operación y mantenimiento. Se muestra también los porcentajes de participación local (en este caso a nivel estado), en cada uno de los rubros considerados para el estudio de impacto económico. El mega emprendimiento energético representa una inversión total de \$ 25.000 millones de dólares americanos, durante el periodo de construcción y aproximadamente \$ 380 millones de dólares por año, en operación y mantenimiento. La participación local varía aproximadamente entre 19 % - 26 % en la construcción y ente 31 % - 34 % en O&M.

Tipo de Infraestructura	Cantidad Instalada	Costo Total Instalación	Participación Wyoming	Costos de O&M anual	Participación Wyoming
Generación Eólica	9.000 MW	\$ 18.000 M	16% - 22%	\$ 225 M	37%
Generación Gas Natural	1.800 MW	\$ 2.300 M	22% - 33%	\$ 42 M	18%
Línea 500 kV de C.C.	2	\$ 2.200 M	21% - 32%	\$ 60 M	25% - 37%
Línea 500 kV de C.A.	2	\$ 1.300 M	32% - 49%	\$ 35 M	26% - 32%
Líneas 230 kV	múltiple	\$ 660 M	25% - 40%	\$ 17 M	26% - 32%
TOTAL		\$ 25.000	19% - 26%	\$ 380 M	31% - 34%

Tabla 5-1: Costos de Instalación y O&M – Estudio de Megaproyectos de Energía en Wyoming.

Los principales resultados del estudio económico se pueden describir como sigue:

- Se generan en promedio entre 4.000 y 5.900 empleos al año en Wyoming por un periodo de 10 años, en actividades relativas a la construcción de los proyectos. Esta cifra asciende a 8.000-14.000 durante los picos de construcción (el ritmo de construcción varía significativamente en los distintos años del estudio).
- El monto por salarios y beneficios para Wyoming resulta en promedio entre \$ 200 millones y \$ 330 millones al año por un periodo de 10 años.
- Se generan entre 2.300 – 2.600 empleos durante la vida útil de las instalaciones, relativos a la operación y mantenimiento. Esto representa un monto por salarios y beneficios de entre \$ 100 millones – \$ 120 millones al año.
- La actividad económica inducida es de \$ 1.200 millones en 2016 y \$ 1.400 millones en 2019 durante el pico de construcción, y \$ 380 millones anuales derivados a la operación.

El estudio analiza tres diferentes escenarios de participación local en la construcción de las plantas eólicas (base, alto y bajo) y un solo escenario de participación en O&M. La Tabla 5-2 muestra los resultados del impacto económico de la generación eólica para el caso base. El costo total de inversión es de \$ 18.000 millones de dólares. En el caso base se considera que \$ 2.900 millones se gastan localmente.

Promedio anual durante la construcción	Puestos de trabajo	Salarios (Millones US\$)	Impacto económico (Millones US\$)
En campo	230	\$14	\$19
Equipamiento y suministros	1.600	\$77	\$210
Actividad inducida	300	\$11	\$37
TOTAL	2.200	\$100	\$270

Promedio anual durante la operación	Puestos de trabajo	Salarios (Millones US\$)	Impacto económico (Millones US\$)
En campo	470	\$27	\$27
Equipamiento y suministros	860	\$35	\$220
Actividad inducida	400	\$14	\$48
TOTAL	1.700	\$76	\$290

Tabla 5-2: Actividad económica relacionada con la construcción, operación y mantenimiento de 9.000 MW de generación eólica – Estudio Wyoming: Case base de participación local.

Sería interesante realizar una comparación con el impacto de la generación a gas natural, a los efectos de comparar los efectos económicos de ambas tecnologías. Sin embargo, tal comparación no resulta directa en este caso, ya que hay muchos parámetros y condiciones que no son directamente comparables.

5.3. ESTUDIO 3: ESTUDIO DE IMPACTO ECONÓMICO DEL DESARROLLO EÓLICO EN ILLINOIS

A diferencia de otros estudios que tiene por objeto estimar el impacto económico de nuevos o potenciales proyectos de generación renovable, en este caso se analiza el efecto económico de 1.847 MW de generación eólica que se han instalado en el estado de Illinois. Para el estudio se utilizó información específica de cada instalación, sin embargo la misma no se describe en el estudio. El análisis arroja los siguientes resultados:

- Impactos directos:
 - Fase de construcción: 1.473 empleos, \$ 137 millones volcados en económicas locales.
 - Fase de operación: 110 nuevos trabajos, \$ 10 millones en economías locales.
- Impactos indirectos (Cadena de suministro) e impactos inducidos:
 - Pago a propietarios de terrenos: \$ 8.3 millones al año.
 - Impuestos a la propiedad: \$ 18 millones al año.
 - Fase de construcción: 8.595 nuevos puestos de trabajo, \$ 1.200 millones en economías locales.
 - Fase de operación: 384 empleos locales, \$ 69.4 millones al año.
- Beneficios económicos totales de alrededor de US\$ 3.200 millones durante el ciclo de vida de los proyectos.

5.4. ESTUDIO 4: COMPARACIÓN DE LA GENERACIÓN DE EMPLEOS DE VARIAS TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN

Este trabajo hace un estudio comparativo de proyectos de generación de diferentes tecnologías en el estado de Illinois, en relación con la creación de empleos.

Las tecnologías de generación consideradas son: generación térmica a carbón, generación térmica a gas a natural y generación eólica. El estudio se ha realizado con el modelo JEDI específico para cada una de estas tecnologías. Sin bien el modelo JEDI permite estimar los impactos económicos directos, indirectos e inducido, en este trabajo solo se considera para la comparación la creación de puestos de trabajo por actividades directas e indirectas. El análisis se realiza para los tres casos considerando una planta de generación de 100 MW.

Los resultados se muestran en la tabla siguiente. Se observa que la generación eólica es la que genera mayor cantidad de puestos de trabajo, tanto en la fase de construcción como en la de operación.

	Capacidad	Empleos en la fase de construcción	Empleos en la fase de operación	Empleos/MW instalado en construcción	Empleos/MW instalado en operación
Generación Eólica	100 MW	1.473	110	4,91	0,37
Térmica a Carbón	100 MW	447	12	3,78	0,10
Térmica Gas Natural	100 MW	177	8	1,14	0,05

Tabla 5-3: Impacto de diferentes tipos de proyectos en la creación de energía, con distintas fuentes primarias de combustible.

El número de empleos en operación para plantas térmicas a carbón parece demasiado bajo. De acuerdo con un estudio realizado para la Administración de la Información Energética (en inglés EIA Energy Information Administration)¹, el promedio de empleos de operación y mantenimiento en plantas térmicas de carbón es de 0,18 por MW de capacidad. Es decir que para una planta de 100 MW estaría alrededor de 18 puestos de trabajo. Si bien este número es significativamente mayor que el indicado en el estudio de referencia, es todavía mucho más bajo que para las plantas eólicas.

¹ Virinder Singh & Jeffrey Fehrs, The Work That Goes Into Renewable Energy, Renewable Energy Policy Project, 2001, p. 26.

5.5. ESTUDIO 5: ESTUDIO IMPACTO ECONÓMICO EN NEBRASKA

Este estudio se focaliza en el impacto económico de desarrollo de plantas eólicas en el estado de Nebraska, como resultado del plan de energías renovables del Departamento de Energía de Estados Unidos que considera un 20 % de inserción eólica para 2030. Dentro de ese escenario se estima un desarrollo de 7.800 MW de generación eólica en ese estado. Se analizan dos escenarios de desarrollo eólico, uno de 7.800 MW en un periodo de 40 años, y otro de 1.000 MW en un periodo de 22 años. El análisis de 1.000 MW es más relevante puesto que resulta más realista y representa un primer paso más razonable, hacia un desarrollo de inserción eólica más ambicioso.

El estudio utiliza el modelo JEDI para estimar los impactos directos, indirectos e inducidos que generaría un desarrollo eólico de tal magnitud. Los empleos directos e indirectos se definen como de corto plazo, un año, y representan los puestos de trabajo que se generarían en el estado. Los empleos relacionados con la operación se definen como promedio anual para el periodo de construcción y operación de todas las instalaciones. En este caso ese periodo se define en 40 años para el desarrollo de los 7.800 MW y 22 años para 1.000 MW.

A su vez, se estudian cuatro posibles escenarios en relación con la participación local en la fabricación de equipos y componentes, y con la propiedad de los proyectos. Esto último se refiere a quienes participan en el desarrollo, financiamiento y ejecución de los proyectos. En efecto, en 2007 el estado de Nebraska aprobó una ley de incentivo de proyectos locales tendiente a impulsar mayor participación de las comunidades locales en los proyectos mediante ciertos mecanismos, principalmente incentivos fiscales. A los proyectos bajo esta modalidad se los denomina en inglés “Community-Based Energy Development” o C-BED. Sin embargo, debido a la incertidumbre que se genera en la implementación práctica de la ley, el estudio considera también otros escenarios, con una modalidad tradicional en cuanto a la propiedad y ejecución de los emprendimientos. Por tradicional se entiende el modelo de desarrolladores independientes (Independent Power Producer -IPP) que se han venido aplicando en todo el país.

En resumen, los cuatro casos analizados son:

1. Modalidad de propiedad tradicional:
 - 1.a. Baja participación local.
 - 1.b. Alta participación local.
2. Modalidad de propiedad dominante (C-BED)
 - 2.a. Baja participación local.
 - 2.b. Alta participación local.

La Tabla 5-4 muestra el detalle de los porcentajes de participación local en cada ítem, para los cuatro escenarios considerados. Los resultados para el caso de 1.000 MW y los dos escenarios extremos de participación local se muestran en la Tabla 5-5. Se observa en esta tabla como varían los impactos en las económicas locales, en la medida que aumenta la participación de estas en el desarrollo y ejecución de los proyectos, así como en la fabricación y provisión de equipamiento y de servicios.

	Traditional Development Model		C-BED Development Model	
	Low	High	Low	High
Construction Materials				
Raw Materials	65%	95%	80%	100%
Transformer	0%	0%	0%	0%
Electrical Supplies	10%	50%	30%	70%
HV Line Extension	10%	50%	30%	70%
Construction Labor				
Foundation	100%	100%	100%	100%
Turbine Assembly and Erection	30%	80%	60%	90%
Electrical	30%	50%	50%	70%
Management	10%	40%	60%	80%
Turbine Equipment and Manufacturing				
Turbine	0%	0%	0%	0%
Blades	15%	35%	15%	35%
Towers	25%	50%	25%	50%
Other Construction Costs				
HV Sub/Interconnection	80%	100%	80%	100%
Engineering	15%	50%	30%	70%
Legal Services	50%	75%	75%	100%
Land Easements	100%	100%	100%	100%
Site Certificate/Permitting	100%	100%	100%	100%
Percentage of Total Construction Investment that Remains in Nebraska				
	13.4%	23.8%	15.1%	24.9%
O&M Personnel				
Field Salaries	80%	100%	80%	100%
Administrative	50%	100%	75%	100%
Management	80%	100%	100%	100%
O&M Materials				
Vehicles	100%	100%	100%	100%
Misc. Services	50%	80%	60%	80%
Fees & Licenses	100%	100%	100%	100%
Utilities	100%	100%	100%	100%
Insurance	0%	0%	0%	0%
Transport Fuel	100%	100%	100%	100%
Tools and Basic Supplies	30%	70%	40%	70%
Spare Parts	0%	6%	0%	9%
Percentage of Total O&M Spending that Remains in Nebraska				
	36.6%	57.1%	42.0%	57.5%

Tabla 5-4: Porcentaje de participación en Nebraska para los cuatro escenarios considerados.

Escenario	Impactos Directos	Impactos directos e inducidos	Totales (construcción + 20 años)
Tradicional – Baja participación	<ul style="list-style-type: none"> • Pago a propietarios de tierras: US\$ 3,5 M/año. • Impuestos: US\$ 3,7 M/año. • Durante construcción: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 1.228 empleos. ➢ US\$ 150 M a economías locales. • Durante la operación: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 141 empleos permanentes ➢ US\$ 18 M/año a economías locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la construcción: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 1.088 empleos. ➢ US\$ 109 M a economías locales. • Durante la operación: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 122 empleos permanentes. ➢ US\$ 13 M/año a economías locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios económicos totales: US\$ 868 M. • Empleos locales durante la construcción: 2.316. • Empleos locales permanentes: 264.
C-BED alta participación	<ul style="list-style-type: none"> • Pago a propietarios de tierras: US\$ 4,1 M/año. • Impuestos: US\$ 3,7 M/año. • Durante construcción: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2.177 empleos. ➢ US\$ 308 M a economías locales. • Durante la operación: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 290 empleos permanentes. ➢ US\$ 32,5 M/año a economías locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la construcción: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 2.021 empleos. ➢ US\$ 206 M a economías locales. • Durante la operación: <ul style="list-style-type: none"> ➢ 226 empleos permanentes. ➢ US\$ 24 M/año a economías locales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios económicos totales: US\$ 1.600 M. • Empleos locales durante la construcción: 4.199. • Empleos locales permanentes: 515.

Tabla 5-5: Resultados del análisis para el caso de 1000 MW y los dos escenarios extremos de participación local.

6. ESTIMACIÓN DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LOS PLANES DE RENOVABLES EN ARGENTINA

En esta sección se busca estimar los impactos económicos regionales de proyectos de energía eólica en Argentina. Para tal objetivo sería ideal contar con un modelo económico como el modelo JEDI. Según se describió en la sección anterior, el modelo JEDI no puede utilizarse en su versión directamente para proyectos en Argentina (ni en general para otros países), ya que la base de datos y los multiplicadores económicos son específicos para las distintas regiones de Estados Unidos. Se describió además que la estructura del modelo puede adaptarse al caso argentino, incorporando los multiplicadores de actividad económica y los parámetros de costo correspondientes al país. Resulta claro que tal esfuerzo no es menor y trasciende ampliamente el alcance de este trabajo.

Por este motivo, se propone realizar las estimaciones de impacto económico mediante extrapolación de resultados de otros estudios, en base a la identificación de patrones o índices característicos que puedan relacionarse con condiciones similares de proyectos en Argentina. Si bien los estudios que se presentaron en secciones anteriores han sido llevados a cabo con el modelo JEDI, y por lo tanto siguen una misma estructura metodológica, las características de los proyectos y las condiciones de análisis varían sustancialmente, por lo que resulta difícil extraer patrones característicos que puedan adaptarse al caso argentino.

Una alternativa para resolver estas discrepancias es correr el modelo JEDI para diferentes lugares de emplazamiento de plantas eólicas dentro de Estados Unidos, siguiendo las mismas condiciones de análisis, y extraer resultados que puedan ser extrapolados al caso argentino. De los impactos económicos que calcula el modelo, a lo único que se le puede hacer extrapolación a otros lugares, es a la **cantidad de empleos** originados por los proyectos. En efecto, los otros impactos económicos que se miden en unidad monetaria (dólares americanos), tales como salarios y beneficios, ingresos por alquiler de terrenos, ingresos por impuestos a la propiedad, etc., están directamente ligados a condiciones locales. Sin embargo, puede asumirse que la cantidad de empleos que se crean están fundamentalmente determinados por las características de las instalaciones y componentes, las cuales son básicamente los mismos cualquiera sea el lugar de emplazamiento. Los empleos creados por actividades económicas inducidas están más influenciados por las condiciones locales y el nivel de ingresos de los trabajadores en los empleos directos e indirectos. Por ejemplo, el poder adquisitivo de los salarios en los Estados Unidos es en general más alto que Argentina, y además existe mayor oferta de productos y servicios. Por lo tanto, es probable que el impacto inducido que origina un asalariado en ese país cuando gasta sus ingresos, sea mayor que en nuestro país. No obstante ello, puede adoptarse como primera aproximación, que la cantidad de puestos de trabajos inducidos puede extrapolarse también de los casos analizados para Estados Unidos.

Lo descrito en el párrafo anterior, es precisamente la metodología llevada a cabo en este estudio para estimar el impacto de proyectos eólicos en la creación de empleo. Se ejecutó el modelo JEDI para determinar los impactos económicos de una granja eólica de 100 MW de capacidad en 15 diferentes estados de Estados Unidos. Se utilizaron los valores por defecto del modelo para el desglose de los costos de instalaciones, costos de O&M, costos financieros, impuestos y otros. Se realizó una sensibilidad variando el porcentaje de participación local en los costos de instalación (tal como se mencionó anteriormente, esto tiene una influencia muy grande en los impactos locales, ya que representa más del 70 % de los costos totales).

Para el estudio se adaptan los datos básicos por defecto que ofrece el modelo para los distintos estados. En la Tabla 6.1 se presentan los resultados del modelo JEDI en relación con la creación de empleo. Los resultados se discriminan para la fase de construcción para tres

porcentajes de participación local en la provisión de turbinas y equipos: 0 %, 35 % y 70 % de participación local. Los impactos durante la fase de operación no varían con este porcentaje, por lo que solo se presentan para el caso base.

Los resultados de la tabla muestran claramente la marcada influencia de la participación local en el suministro de turbina y equipos, en la creación de empleos. En las dos últimas columnas se presentan el valor promedio para cada rubro y la desviación estándar. Se observa que la variación en la cantidad de empleos es mínima para los diferentes estados analizados. Este resultado corrobora de alguna manera lo expresado anteriormente, en cuanto a que los impactos en la creación de empleos no son fuertemente dependientes del lugar de emplazamiento de la obra, por supuesto siempre y cuando las características de las instalaciones y los costos específicos sean similares. Se observa que el mayor porcentaje de variación se presenta en los impactos inducidos.

Con estos resultados se realiza una estimación de los niveles de creación de empleo que podrían esperarse como consecuencia del desarrollo de emprendimientos de generación eólica en Argentina. El análisis se realiza para los valores totales y no para cada rubro en particular, utilizando los valores promedio indicados en la tabla. Los valores utilizados son:

- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **0 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **445** empleos.
- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **35 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **805** empleos.
- Empleos totales en la fase de construcción para 100 MW de capacidad y **70 %** de participación local en la provisión de equipamiento y turbina: **1.165** empleos.
- Empleos en la fase de operación para **100** MW de capacidad: **22** empleos/año.



Tabla 6-1: Resultados de la aplicación del modelo JEDI para una granja eólica de 100 MW.

Poblacion	37,000,000	4,500,000	19,057,542	9,815,210	12,869,257	6,516,922	4,369,356	5,344,861
0% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos								
Impactos durante el periodo de construccion								
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	67	67	65	68	67	65
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60	60
Servicios relativos a la construccion	6	7	7	7	5	8	7	5
Suministro de turbinas y equipos	259	276	311	300	261	282	296	286
Impactos inducidos	85	88	111	81	93	80	66	96
TOTAL de impactos	410	430	490	448	419	429	429	447
Impactos durante la operacion (annual)								
Trabajo en campo	9	9	9	9	9	9	9	9
Cadena de suministro	7	7	8	7	7	7	7	7
Impactos inducidos	5	5	7	5	6	9	4	4
TOTAL de impactos	21	21	23	21	22	26	20	20
35% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos								
Impactos durante el periodo de construccion								
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	67	67	65	68	67	65
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60	60
Servicios relativos a la construccion	6	7	7	7	5	8	7	5
Suministro de turbinas y equipos	510	517	607	574	506	534	553	553
Impactos inducidos	178	180	235	176	194	165	138	210
TOTAL de impactos	754	763	910	817	765	767	758	828
70% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos								
Impactos durante el periodo de construccion								
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	67	67	65	68	67	65
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60	60
Servicios relativos a la construccion	6	7	7	7	5	8	7	5
Suministro de turbinas y equipos	760	757	903	848	752	786	809	821
Impactos inducidos	271	272	360	271	294	250	210	323
TOTAL de impactos	1,098	1,096	1,330	1,185	1,111	1,104	1,086	1,209



Estado	Missouri	Nebrask	Ohio	South Carolina	Texas	Oregon	Idaho			Desv
Poblacion	6,010,688	1,842,641	11,544,951	4,679,230	25,674,681	3,871,859	1,584,985		Promedio	Standard
0% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos										
Impactos durante el periodo de construccion										
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	66	68	67	67	67		67	0.87
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60		60	0.02
Servicios relativos a la construccion	6	7	6	8	7	7	8		7	0.86
Suministro de turbinas y equipos	287	292	303	310	277	306	323		291	18.37
Impactos inducidos	84	81	93	79	82	96	84		87	10.39
TOTAL de impactos	437	440	462	457	426	469	474		445	22.27
Impactos durante la operacion (annual)										
Trabajo en campo	9	9	9	9	9	9	9		9	0.00
Cadena de suministro	7	8	8	7	7	8	8		7	0.40
Impactos inducidos	5	4	13	5	7	5	4		6	2.38
TOTAL de impactos	21	21	30	21	23	22	21		22	2.53
35% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos										
Impactos durante el periodo de construccion										
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	66	68	67	67	67		67	0.87
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60		60	0.02
Servicios relativos a la construccion	6	7	6	8	7	7	8		7	0.86
Suministro de turbinas y equipos	567	545	577	545	515	610	614		555	36.22
Impactos inducidos	177	162	201	168	173	207	181		183	23.53
TOTAL de impactos	810	774	845	781	754	885	862		805	51.14
70% participacion local en la fabricacion de turbinas y equipos										
Impactos durante el periodo de construccion										
Desarrollo del proyecto y trabajo en campo	66	67	66	68	67	67	67		67	0.87
Construccion en interconexion	60	60	60	60	60	60	60		60	0.02
Servicios relativos a la construccion	6	7	6	8	7	7	8		7	0.86
Suministro de turbinas y equipos	847	798	851	780	753	915	905		819	57.02
Impactos inducidos	270	242	309	257	263	318	278		279	36.87
TOTAL de impactos	1,183	1,107	1,227	1,104	1,083	1,300	1,250		1,165	82.36



En Argentina se están llevando a cabo importantes emprendimientos de generación eólica. El programa GENREN, es el programa de la Secretaría de Energía que junto con ENARSA, llevan a cabo en forma conjunta, para la implementación de nueva generación de energía eléctrica que utilice como combustible primario, fuentes de energía con características renovables. El objetivo principal, es la diversificación de la Matriz Energética con una participación federal y distribuida de las nuevas fuentes energéticas a incorporar.

En el mes de junio de 2010 se llevó a cabo el proceso licitatorio, con un total de 21 empresas oferentes y 51 proyectos presentados. La potencia ofertada fue por 1.436,5 MW, un 40 % superior a lo requerido. Los proyectos eólicos adjudicados suman un total de 754 MW de capacidad instalada [15]. Considerando que el país tiene un potencial eólico muy elevado, y que a través de programa GENREN y programas de incentivo se han sentado las bases para un desarrollo sustentable de generación renovable, resulta razonable realizar una estimación del impacto económico considerando una potencia instalada superior a lo actualmente adjudicado.

Algunos proyectos eólicos en Argentina están siendo llevados a cabo en su totalidad por empresas locales. En efecto, en el país existen empresas con la capacidad para fabricar equipamiento y llevar a cabo emprendimientos eólicos llave en mano, tal como es el caso de IMPSA. En el apéndice 2 se presentan fichas técnicas de proyectos eólicos desarrollados por esta empresa. En otros proyectos eólicos las empresas locales tiene participación parcial. Generalmente en esos casos las empresas locales desarrollan las tareas de montaje, obra civil y administración general de la obra, pero las turbinas y equipamiento eléctrico es provisto por empresas extranjeras. Dada la diversidad de casos que pueden presentarse en cuanto a la participación local en la realización de los proyectos, se realiza el análisis de impacto económico para los tres escenarios de participación local descritos anteriormente, y dos escenarios de crecimiento eólico: 1.000 MW y 1.500 MW. La tabla siguiente presenta los resultados del análisis.

	1.000 MW de capacidad instalada			1.500 MW de capacidad instalada		
	0%	35 %	70 %	0%	35 %	70 %
Participación local en turbinas y equipos.	0%	35 %	70 %	0%	35 %	70 %
Total de empleos creados durante la etapa de construcción.	4.447	12.072	17.474	6.670	12.072	17.474
Total de empleos creados durante la operación (equivalentes por año).	223	223	223	334	334	334

Tabla 6-2: Estimación de creación de empleos debido a proyectos eólicos en Argentina.



7. RESUMEN Y CONCLUSIONES

En este trabajo se analiza el impacto de proyectos de generación eólica en las economías regionales. Para la evaluación de estos impactos económicos se requieren de modelos econométricos que representen la cadena de valor, que una actividad determinada origina sobre otras actividades relacionadas directa e indirectamente, en este caso la construcción y operación de una planta eólica. Al mejor saber y entender de los Consultores, un modelo de tales características no ha sido desarrollado en el país, por tal motivo en este trabajo se describe un modelo económico que ha sido elaborado en Estados Unidos y que es ampliamente utilizado en ese país. El modelo en cuestión se denomina JEDI (del inglés: Job and Economic Development Impact “JEDI”), desarrollado por el NREL (National Renewable Energy Laboratory) para el Departamento de Energía de Estados Unidos.

El presente informe se estructura en dos partes:

- En la primera parte se realiza una descripción del modelo JEDI y análisis sobre la potencial utilización y adaptación del mismo para la evaluación de proyectos de inversión en Argentina.
- En la segunda parte se ilustra mediante diversos casos de estudio, el orden de magnitud de los impactos económicos regionales de proyectos de inversión en generación eólica. Asimismo, se presenta una estimación del impacto económico de proyectos en Argentina mediante extrapolación de resultados de varios casos de estudio.

Las principales conclusiones de este trabajo son las siguientes:

- ✓ EL modelo JEDI es una herramienta versátil para estimar los impactos económicos directos, indirectos e inducidos de proyectos de inversión eólica.
- ✓ Para determinar los impactos económicos, el modelo utiliza multiplicadores que miden el cambio en la actividad económica derivada, debido al cambio en la demanda de un bien (matriz insumo-producto). En el estado actual del modelo esos multiplicadores están adaptados solo a las distintas regiones de Estado Unidos.
- ✓ Para adaptar el modelo JEDI al caso argentino, sería necesario incorporar los multiplicadores económicos para cada región y/o provincia del país, donde se desea realizar el análisis. La elaboración de tales multiplicadores trasciende ampliamente el alcance de este trabajo, el cual se centra en la investigación de funcionamiento y aplicación del modelo JEDI.
- ✓ El modelo contiene datos y parámetros de costos de inversión de proyectos eólicos que son típicos para el caso de Estados Unidos. Si bien esos datos pueden utilizarse como referencia, o para estimaciones de impactos económicos en Argentina, los mismos deberían actualizarse y adaptarse a las condiciones de nuestro país.
- ✓ Con respecto a los impactos económicos regionales de proyectos eólicos, se observa que los mismos son altamente dependientes de los porcentajes de participación local en la fabricación y provisión de las turbinas y equipamientos. Esto es así debido a que ese rubro representa más del 70% del costo de inversión total. Eso demuestra el gran beneficio que representa desarrollar tecnología eólica en el



país.

- ✓ Los casos de estudio muestran que los proyectos eólicos tiene un gran impacto en la creación de empleos durante la fase de construcción. Sin embargo, la cantidad de empleos en la fase de operación no es muy significativa. De todos modos es mayor que en otros tipos de plantas de generación.
- ✓ La estimación sobre el impacto de los planes de generación de renovables en Argentina indican, que si se construyen 1.500 MW de generación eólica, con alta participación local en la fabricación y provisión de turbinas y equipos, se pueden espera un impacto significativo en la creación de empleo, alrededor de 17.000 puestos de trabajo durante la fase de construcción. Dicho impacto seria mucho menor en caso de que se importen las turbinas eólicas y equipos asociados.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. U.S Department of Energy, “20% Wind Energy by 2030 – Increasing Wind Energy’s Contribution to U.S. Electricity Supply”, July 2008.
- [2]. AEE (Asociación Empresa Eólica), “Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España”, Actualización 2010.
- [3]. NREL, “Economic Development Benefits from Wind Power in Nebraska: A Report for the Nebraska Energy Office”, Technical Report NREL/TP-500-44344 Revised June 2009.
- [4]. Technical Report NREL/TP-500-44344, Revised June 2009. “Economic Development Benefits from Wind Power in Nebraska: A Report for the Nebraska Energy Office”.
- [5]. AEE, Estudio Macroeconómico del Impacto del Sector Eólico en España, Actualización 2010 I Proyección 2020.
- [6]. José Aixalá Pastó, Luis Pérez y Pérez, Jaime Sanaú Villarroya, Blanca Simón Fernández (Dir.), Universidad de Zaragoza, ESTIMACIÓN DEL IMPACTO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR DE LA ENERGÍA EÓLICA EN ARAGÓN (1996-2012), Zaragoza, Mayo de 2009.
- [7]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Análisis de los Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en el Sector de Distribución del Sistema Eléctrico Nacional”, Agosto 2010.
- [8]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Análisis de Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en el Sistema Eléctrico en el Área Metropolitana”, Noviembre 2009.
- [9]. Wind Energy – The Facts, Part III, The economics of Wind Power. Disponible en <http://www.wind-energy-the-facts.org/documents/download/Chapter3.pdf>
- [10]. Alberto Del Rosso y Andrés Ghia, “Estudio y Análisis de las Capacidades y Desafíos de la Industria de la Construcción de Infraestructuras en Relación a la Demanda Estimada para el Período 2007-2017 - Aplicación Al Sector Eléctrico”, Julio 2008.
- [11]. CAMMESA, Informe Anual del Mercado Eléctrico Mayorista 2009. Disponible en www.cammesa.com
- [12]. ENSOL SA, Proyecto de Generación de Energía Eléctrica Parque Eólico Pintado – Florida, Uruguay, Informe Ambiental Resumen, Mayo 2011.
- [13]. J. Pfeifenberger, J. Chang, D. Hou and K. Madjarov, “Job and Economic Benefits of Transmission and Wind Generation Investments in the SPP Region”, The Battle Group for SPP, 2010.
- [14]. Job and Economic Development Impact (JEDI) Model: A User-Friendly Tool to Calculate Economic Impacts From Wind Projects, NREL/CP-500-35953, 2004: Disponible en <http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/35953.pdf>
- [15]. Alberto Del Rosso & Andrés Ghia, “Análisis de Requerimientos de Infraestructura e Inversiones en Generación en el Sistema Eléctrico Nacional, Cámara Argentina de la Construcción, Noviembre 2010.

APÉNDICE 1

EJEMPLOS DE PROYECTOS EÓLICOS EN ARGENTINA LLEVADOS A CABO POR EMPRESAS LOCALES

IMPESA – ARAUCO I

Información Técnica: Arauco I

País: La Rioja, Argentina.

Cliente: Parque Eólico Arauco SAPEM (Gobierno de La Rioja (75%) y ENARSA (25%)).

Tipo de Contrato: EPC.

Capacidad Instalada: 50,4 MW.

Tipo de Generador: IWP – 83 / Class IIA.

Descripción: IMPESA Wind realiza el suministro EPC (Engineering, Procurement & Construction) y la provisión del equipamiento asociado en condiciones llave en mano. Esto comprende la provisión, la ingeniería y estudios de vientos, suministro de 24 Aerogeneradores IWP 2,1 MW, sistema SCADA para monitoreo a distancia, subestación transformadora, transporte, montaje y puesta en marcha

IMPESA – El Tordillo

Información Técnica: El Tordillo

País: Santa Cruz, Argentina.

Cliente: Provincia de Santa Cruz

Tipo de Contrato: EPC.

Capacidad Instalada: 1,5 MW.

Tipo de Generador: IWP-70 clase S

Descripción: Fue el primer Aerogenerador diseñado y construido por una empresa Latinoamericana, certificado bajo estándares y normas internacionales de energía eólica.

TÜV NORD (Organización Alemana con una vasta experiencia y expertise en certificación de aerogeneradores en el mundo) certificó el diseño del IWP-70 – 1,5 MW que actualmente opera en Los Tordillos - Comodoro Rivadavia – Argentina.

