

Proyectos de Inversión de Parques de Energía Eólica.

Lic. Daniel Isaac Roque.

Facultad de Contabilidad y Finanzas.

Universidad de la Habana.

isaac@fcf.uh.cu

Cuba

Resumen

Recibido: 9/3/2011. Versión Final aceptada: 7/6/2011

En este artículo se abordan diferentes aspectos sobre la utilización del viento como fuente alternativa para la producción de Energía Eléctrica. Se hace referencia al desarrollo evolutivo de la Energía Eólica y la utilización de la misma por parte del hombre.

Se describe la situación actual en Cuba sobre esta fuente renovable de energía, analizando las características propias de estos proyectos para su ejecución, se hace mayor referencia a las partidas de costos e ingresos, así como los requerimientos necesarios para su implementación.

Palabras Claves: Parques de Energía Eólica. Proyectos.

Clasificación JEL: O13

Situación de la Energía Eólica en Cuba.

Como parte de la Revolución Energética en Cuba, se dan pasos firmes para el desarrollo de la energía eólica. Durante los últimos quince años, gracias al trabajo pionero de varias instituciones nacionales, se realizaron algunos proyectos piloto de desarrollo eólico que le permiten al país contar actualmente con una modesta capacidad instalada de 11.2 MW.



fabricados en España por la Compañía **ECOTECNIA**.¹

El primer Parque Eólico instalado en Cuba fue en el año 1999 en la región de Turiguanó perteneciente a la provincia de Ciego de Ávila, con potencia nominal total de 0.45 MW, está compuesto por 2 máquinas tripalas de paso fijo, con potencia nominal unitaria de 225 kW,



en Francia por la Compañía **VERGNET**. Este parque comenzó su funcionamiento en Febrero del 2007.²

El segundo Parque Eólico fue instalado en la región de Los Canareos perteneciente al Municipio Especial de la Isla de la Juventud, este parque con potencia nominal total de 1.65 MW. Esta compuesto por 6 aerogeneradores de potencial nominal unitaria de 275 kW, fabricados



Febrero del año 2008.³

El tercer Parque Eólico instalado fue Gibara-1 en la región de Gibara, perteneciente a la provincia de Holguín, con potencia nominal total de 5.1 MW. Esta compuesto por 6 maquinas tripala de paso variable con potencia nominal unitaria de 850 kW., fabricados en España por la Compañía **GAMESA Eólica**. Este parque entró en funcionamiento en

Además se tiene en marcha un programa para el desarrollo acelerado de la energía eólica y se avanza rápidamente en los estudios previos para la implementación de los

¹ Tomado de los Archivos de la Empresa (INEL).

² Tomado de los Archivos de la Empresa (INEL)

³ Tomado de los Archivos de la Empresa (INEL)

mismos, la Unión Eléctrica espera que a finales del año 2020 el país tenga instalada una capacidad total de 540 MW.

Proyectos de Energía Eólica en Cuba.

En nuestro país el órgano rector que ejecuta este tipo de proyectos es la Unión Nacional Eléctrica la cual se apoya en la Empresa de Ingeniería y Proyectos de la Electricidad (INEL), esta entidad es la encargada de brindar servicios técnicos, de construcción de nuevas inversiones y para la ampliación, reconstrucción, conservación, reparación, mantenimiento, demolición y desmontaje de objetivos existentes, al Sistema Electroenergético Nacional.

Las fases fundamentales para el desarrollo de un proyecto eólico son las siguientes:

- ✓ **Identificación.** Supone la existencia de un viento favorable y la ausencia de incompatibilidad ambiental y urbanística, de restricciones en cuanto a infraestructura eléctrica y de restricciones en cuanto a obra civil, entre otros. Esta fase supone un trabajo de gabinete no asociado a altos costos.
- ✓ **Medición.** Comienza con la elección de uno o más puntos adecuados para las mediciones del viento, las que deben llevarse a cabo durante al menos un año ininterrumpidamente.
- ✓ **Evaluación del recurso eólico.** Cuando se cuenta con mediciones de al menos un año en un emplazamiento, se está en condiciones de hacer una valoración del recurso eólico. Para ello se utilizan modelos que representan el campo de vientos a diferentes alturas en un área de estudio a partir de los datos recogidos en uno o varios puntos.
- ✓ **Ingeniería y proyectos.** A partir de la evaluación del recurso se está en condiciones de definir la instalación en términos de cantidad, ubicación y tipo de los aerogeneradores, y las alturas más adecuadas de los ejes. Además, se podrá estimar la producción de cada uno de ellos.
- ✓ **Estudio de impacto ambiental.** Resulta esencial en el mundo de hoy, debido a la importancia de preservar el medio ambiente. Tales estudios, iniciados desde el primer momento, se toman en cuenta en todas las fases del proyecto.

Autorizaciones y licencias. Se realizan según la legislación vigente y teniendo en cuenta todas las instituciones involucradas.

- ✓ **Construcción del parque.**
- ✓ **Explotación.** Esta fase consta de las actividades de operación y mantenimiento, en sucesión permanente.

Luego de haber mostrado las fases fundamentales para el desarrollo de un proyecto eólico es de vital importancia realizar una breve caracterización sobre el proceso de Inversión, costo y beneficios de los parques eólicos.

El proyecto de inversión de un parque eólico se divide en tres etapas importantes:

- Costo de Inversión.
- Ingresos por Ventas y Ahorros.
- Costo de Producción.

Costo de Inversión.

El costo de inversión se divide en los costos asumidos por concepto de:

- ❖ Equipos tecnológicos, incluyen la parte eléctrica, los aerogeneradores y el sistema eléctrico del parque, así como lo referente a los equipamientos de la parte civil y automática.
- ❖ Construcción y Montaje, dentro de este concepto se encuentran todos los costos asociados a la construcción civil, montaje mecánico y la puesta en marcha de los aerogeneradores.
- ❖ Otros Gastos, cuales incluyen los Gastos referentes a Estudios Previos, Licencias y Autorizaciones y Gastos Administrativos.

A continuación se muestra las partidas de costos asociados a la Construcción y Montaje y Otros Gastos.

Construcción y Montaje.	Otros Gastos.
Construcción de plazoletas y fundiciones	Ingeniería del Proyecto
Construcción de Viales	Estudio de Condiciones Naturales

Construcción Subestación Eléctrica	Solicitud de Licencia Ambiental
Línea 33kv Aérea	Conexión de la Red
Redes a Tierra y Pararrayos	Subestación
Arrendamiento de grúas, traslado de	Micro localización
Arrendamiento de equipos y transportes	Estudio de Impacto Ambiental
Montaje Mecánico	Estudio Ingeniero-geológico
Montaje Eléctrico	Levantamiento Topográfico
Montaje Automático	Proyecto Plan General del Parque
Insumos del Constructor	Proyecto Viales de acceso al Parque
Sistema de Control del parque(software	Proyecto áreas verdes
Equipamiento Energía del Centro de	Proyecto Cimientos
Cableado interno del Parque	Proyecto Civil Centro de Control
Estación anemométrica	Proyecto de Arquitectura Centro de Control
Medios auxiliares y de seguridad	Proy. Eléctrico del Centro de Control
Herramientas y útiles	Proyecto Hidráulico de Centro Control
Repuestos e insumos	Proyecto Eléctrico de Conexión
Transportación Puerto hasta el Parque	Proyecto Pararrayos
	Proyecto de Comunicaciones del Parque
	Proyecto Eléctrico Enlace a la Red
	Control de Autor, Asistencia Técnica
	Licencia Ambiental
	Licencia Construcción
	Licencia de la APCI
	Certificado de utilizable
	Permiso FAR
	Dietas de hospedajes Técnicos cubanos
	Transportación
	Combustibles
	Dieta de alimentación
	Contratación de asesoría extranjera para
	Viáticos de la asesoría extranjera
	Pago DIP, Inversionista
	Comunicaciones del Parque (ETECSA)
	Gastos Comunic. Durante Constr. y
	Pago de seguros de transportación interna
	Pago de seguros durante la construcción
	Pago de seguros de la instalación

Es de vital importancia señalar que para la estimación de los ingresos por ventas y ahorro así como para las partidas de los costos de producción, se debe tener en cuenta la Capacidad Instalada del Parque. Esta capacidad se calcula mediante la multiplicación de la Potencia Nominal del parque en (MW) por la explotación promedio

anual (horas) y por el Factor de Potencia Disponible, de utilización y de carga, el resultado arrojado se expresa en MW horas.

Ingresos por Ventas y Ahorros.

Las fuentes de ingresos que genera este tipo de proyectos están constituidas por las ventas de electricidad y los ahorros que generan por la sustitución de combustibles fósiles.

La venta de electricidad se calcula mediante la multiplicación de la generación neta del parque por la tarifa promedio que establece la Unión Eléctrica para este tipo de proyecto, esta tarifa está previamente determinada debido a la experiencia adquirida en proyectos anteriores y a la particularidad de cómo está regulado por los Organismos Centrales de Estado. Por lo general la venta de electricidad se comporta de una manera uniforme en todo el horizonte económico de los proyectos y solo se verán disminuidos en los años que los parques eólicos sean objeto de mantenimiento general.

Los ahorros se calculan mediante la multiplicación de la generación neta del parque por el costo de combustible dejado de consumir producto a la incorporación de la electricidad generada por el parque al Sistema Energético Nacional. Estos ahorros se prevé que aumenten o disminuyan en un % determinado todos los años debido a la variación en los precios de los combustibles fósiles. Los ahorros al igual que los ingresos por venta se verán afectados en los años en que se realicen el mantenimiento general a los parques eólicos.

- La tarifa del combustible sustituido utilizada para la determinación de los ahorros se calcula mediante la suma del costo del diesel, el costo del fuel-oil y el costo del crudo, divididos por la generación neta del Sistema Electroenergético Nacional.

Costo de Producción.

Los costos de producción están asociados directamente al proceso de generación de electricidad de los parques eólicos, las diferentes partidas que se afectan se reflejan a continuación:

Fuerza de Trabajo.

La plantilla de los parques eólicos se crean según el tamaño del mismo, estas instalaciones no requieren de mucho personal de operación. Por lo general este personal se divide en operadores y personal de seguridad debido que estos parques se subordinan directamente al (SEN), el salario total de los trabajadores se calcula mediante la sumatoria del salario base y el salario variable, además a esta suma se le incorpora el dinero recibido por condiciones laborales anormales, nocturnidad y estimulación.

Mantenimiento.

A causa de la continua explotación de los parques se les realizan un mantenimiento general cada 5 años, el periodo de mantenimiento debe oscilar entre los 3 y 6 meses, según las condiciones de la instalación.

Los costos de mantenimiento anual se calculan sobre la base de la generación neta anual por una tasa previamente establecida por la empresa según experiencias adquiridas en proyectos anteriores.

Depreciación.

La partida gastos de depreciación y amortización debe recoger los gastos por el uso de los activos fijos, tomando de los costos de inversión aquellos elementos que realmente se deprecian, ya que estos bienes con el paso del tiempo valdrán menos. En el caso de la amortización sólo se aplica a los activos diferidos o intangibles, que en este caso no procede. La depreciación se realiza durante todo el horizonte económico del proyecto, sin excederse de los años de vida útil que sugiere el proveedor. La depreciación se realiza por lo general mediante el método de línea recta y se utiliza las tasas fijadas por el Ministerio de Economía y Planificación

Gastos Administrativos Generales.

Estos gastos son desglosados generalmente en moneda nacional y en divisas, dentro de los cuales se encuentran los referentes a Comunicación, Alimentación, Transporte, Materiales y Útiles de Oficina entre otros, dichos gastos recogen todas las derogaciones de efectivo realizados en los parques para garantizar el buen funcionamiento del proceso productivo.

Costos Financieros.

Los Gastos Financieros recogen los desembolsos por concepto de intereses del financiamiento en caso de haber realizado un proyecto de inversión bajo esta situación.

Un aspecto muy importante de señalar en este tipo de proyecto es el **Impacto medio Ambiental.**

Como todo proyecto de inversión trae consigo impactos en el medio ambiente. Algunos de estos impactos tienen carácter beneficioso o positivo y otros todo lo contrario llegan a ser dañinos o negativos. Los primeros debemos utilizarlos para nuestro desarrollo, y los segundos deben evitarse con medidas que corrijan o disminuyan sustancialmente sus efectos. Es evidente que la energía eólica resulta compatible con la conservación del medio ambiente y el desarrollo sostenible.

El ruido, el impacto visual, la interferencia en las comunicaciones y los daños a la avifauna son impactos negativos que deben tenerse cuenta. Para reducir el impacto sobre el medio ambiente, la instalación de los parques eólicos está estrictamente regulada. Tales regulaciones abarcan aspectos como la ubicación con respecto a vías de transporte y aeropuertos, las líneas de transmisión eléctrica, los edificios habitados, como escuelas o viviendas, y la cercanía a sitios de especial importancia social, económica o ambiental.

Una característica muy importante a mencionar en este aspecto es el cálculo que se realiza para medir la Reducción de Emisiones de gases al medio ambiente. Se plantea que por cada kW/h de electricidad generada por energía eólica se evita un alto

por ciento de contaminación producido por los gases dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y óxido de nitrógeno (NO).

Bibliografía

- 📖 Asociación de Productores de Energías Renovables, APPA, Factores que inciden en la Rentabilidad de las instalaciones eólicas, Abril 2003.
- 📖 Bastianon, Ricardo A, La energía del viento: pasado, presente y futuro cercano, escuela Superior Técnica, Petrotecnia 2003.
- 📖 Colectivo de Autores, 2007, Diez Preguntas y Respuesta sobre Energía Eólica, editorial Cubasolar.
- 📖 Metodología para la evaluación de los estudios de factibilidad de las inversiones industriales, 2001, MEP, La Habana.
- 📖 Perspectivas Globales de la Energía Eólica, septiembre 2006.
- 📖 Visita Guiada sobre Energía Eólica, Marzo 2002.

📖 www.cubasolar.cu

📖 www.windpower.org