



## *Metodología para el cálculo de los costos de explotación de los Parques Eólicos de Gibara*

### *Methodology for calculating the operating costs of the Gibara Wind Farms*

### *Metodologia de cálculo dos custos operacionais dos Parques Eólicos Gibara*

Ángel Eugenio Infante-Haynes <sup>I</sup>

[haynes@uho.edu.cu](mailto:haynes@uho.edu.cu)

<https://orcid.org/0000-0002-6462-5339>

Fabian Ricardo Ojeda-Pardo <sup>II</sup>

[fabian.ojeda@epoch.edu.ec](mailto:fabian.ojeda@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3192-5084>

Eduardo Santiago Cazar-Rivera <sup>IV</sup>

[eduardo.cazar@epoch.edu.ec](mailto:eduardo.cazar@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7822-9022>

Orlando Belete-Fuentes <sup>III</sup>

[orlandobelette@gmail.com](mailto:orlandobelette@gmail.com)

<https://orcid.org/0000-0002-2491-8030>

Gladys Valeria Molina-Cabrera <sup>V</sup>

[gladys.molina@epoch.edu.ec](mailto:gladys.molina@epoch.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0003-3601-7974>

**Correspondencia:** [haynes@uho.edu.cu](mailto:haynes@uho.edu.cu)

Ciencias económicas y empresariales

Artículo de investigación

\***Recibido:** 26 de enero de 2021 \***Aceptado:** 20 de febrero de 2021 \* **Publicado:** 11 de marzo de 2021

- I. Máster CSAD/CAN, Profesor Auxiliar, Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
- II. Ingeniero en Minas, Máster en Metalurgia, Docente de la carrera de Ingeniería de Minas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.
- III. Doctor en Ciencias Técnicas, Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
- IV. Magister en Gestión de Operaciones, Ingeniero Mecánico, Formación de Formadores, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Morona Santiago, Ecuador.
- V. Estudiante de la carrera de Ingeniería en Minas, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Morona Santiago, Ecuador.



## Resumen

En la investigación se presenta una metodología para análisis de los indicadores de costos de explotación, generación, así como de la fiabilidad en términos de disponibilidad de los parques eólicos de Gibara en la provincia Holguín, teniendo como base los indicadores de Gastos de Administración, Amortización, gastos por mantenimiento preventivo, correctivos, en el periodo del 2010 hasta el 2016. Se determina la generación bruta, factor de capacidad, disponibilidad y la cantidad de dióxido de carbono emitida y no emitidas, también se realiza un análisis bastante interesante sobre el significado de del costo por las paradas de planta, pudimos conocer también los ingresos que se pudieran obtener por la venta de certificado de reducción de carbonos con la utilización de mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

**Palabras claves:** Parque eólico; generación bruta; factor capacidad; costos de operación; mantenimiento.

## Abstract

The research carried out a methodology for analyzing the indicators of operating costs, generation, as well as the reliability in terms of availability of Gibara wind farms in the province of Holguin, based on the indicators of Administration Expenses, Amortization, Preventive maintenance expenses, corrective, in the period from 2010 to 2016. The gross generation, capacity factor, availability and the amount of emitted and emitted carbon dioxide are determined, also a very interesting analysis is performed on the meaning Of the cost of the plant shutdowns, we were also able to know the revenues that could be obtained from the sale of a carbon reduction certificate with the use of a clean development mechanism (CDM).

**Keywords:** Wind farm; gross generation; capacity factor; clean development mechanism.

## Resumo

A pesquisa apresenta uma metodologia de análise dos indicadores de custos operacionais e de geração, bem como da confiabilidade em termos de disponibilidade dos parques eólicos de Gibara na província de Holguín, com base nos indicadores de Despesas de Administração, Amortização, despesas com manutenção preventiva e corretiva, no período de 2010 a 2016. São determinados a geração bruta, o fator de capacidade, a disponibilidade e a quantidade de dióxido de carbono emitido

e não emitido, uma análise muito interessante também é realizada sobre o significado. também capaz de saber a receita que poderia ser obtida com a venda do certificado de redução de carbono com o uso de um mecanismo de desenvolvimento limpo (MDL).

**Palavras-chave:** Wind farm; geração bruta; fator de capacidade; custos operacionais; manutenção.

## **Introducción**

Cuba debe diversificar su matriz energética hacia la energía renovable, por ser una estrategia en los tiempos actuales, donde existe una fluctuación constante de los precios de los combustibles convencionales debido a los diferentes conflictos existente en el mundo de hoy, por otro lado no tenemos posibilidad de grandes hidroeléctricas, dada la insuficiencia del recurso hídrico, una alternativa que se aprovecha con gran resultado es la producción de energía a partir de la biomasa en los centrales azucareros, estos son capaces de vender su energía excedente al Servicio Energético Nacional está muy deprimida, la energía solar fotovoltaica al principio no resultaba competitiva, no existía amplio conocimiento de la misma, pero al igual que la eólica ya en nuestro país es una realidad su introducción y generalización la primera en casi todo el territorio nacional y la segunda en las zonas favorables para su instalación.

Al igual que otras tecnologías que utilizan fuentes renovables de energía, la eólica también se caracteriza por una alta inversión, aunque no consume combustibles convencionales. Está claro que este alto costo inicial constituye una barrera para su aplicación y difusión, principalmente en los países menos desarrollados y con una economía más precaria. No obstante, la eólica es una de las tecnologías energéticas renovables más económicas en lo que se refiere al costo del kwh producido. En sitios bien seleccionados, el kwh eólico es más bajo que el kwh fósil en muchos países, al igual que en Cuba (Moreno Figueredo, 2000).

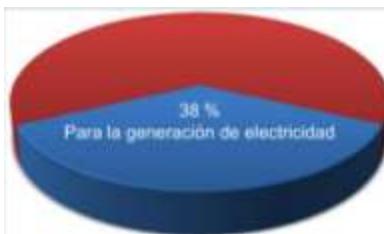
## **Materiales y métodos**

Como materiales en este trabajo se utilizaron las bases de Datos SIOGEN y SISCOM del parque eólico de Gibara y Empresa Eléctrica de Holguín respectivamente, así como consulta a experto de ambas instituciones.

Como método para el cálculo de los indicadores se utilizaron los costos nivelados o normalizados (LCC).

Los problemas que más nos afectan desde el punto de vista energético, según datos de la Oficina Nacional de Estadística e Información (ONEI 2013), es ante todo la gran dependencia energética a las fuentes no convencionales de hecho combustible importado siendo alrededor del 38% en el año 2013 (fig 1).

**Figura 1:** Dependencia combustible importado, fuente ONEI 2013.



Otro de los problemas es alto costo de la energía 21,1 centavo dólar con un menor componente en moneda nacional figura 2

**Figura 2:** Costo de la energía, fuente ONEI 2013.

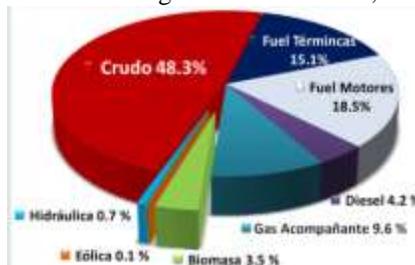


Y como tercer problema que se presenta es los elevados niveles de emisión de gases contaminantes.

Todas estas situaciones tienen sus orígenes en las siguientes causas:

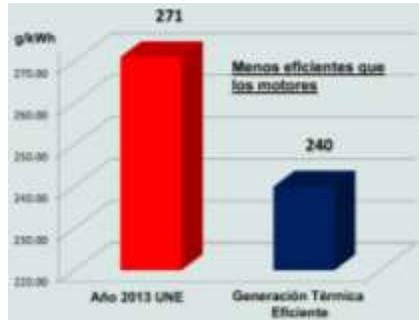
Baja utilización de las fuentes renovables, figura 3.

**Figura 3:** Estructura de la generación eléctrica, fuente ONEI 2013.



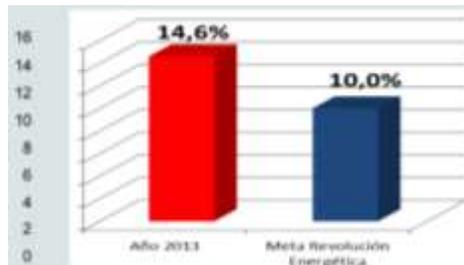
Baja eficiencia en la generación térmica figura 4.

**Figura 4:** Eficiencia en la generación térmica ONEI 2013.



Altas pérdidas en las redes térmicas de distribución, figura 5.

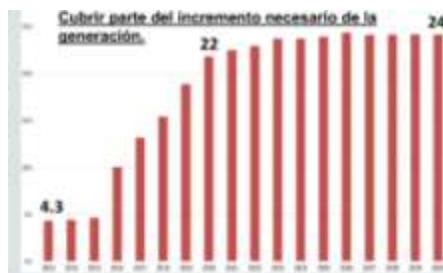
**Figura 5:** Pérdidas en las redes térmicas, fuente ONEI 2013.



Para eliminar todas estas causas la Unión Nacional Eléctricas se ha trazado los siguientes objetivos estratégicos.

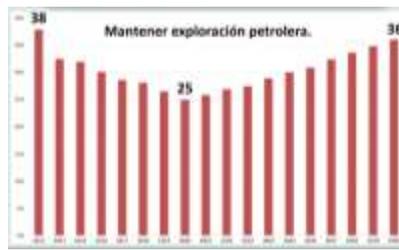
Aumentar el % de utilización de las fuentes renovables, figura 6

**Figura 6:** Incremento FRE, fuente ONEI 21013.



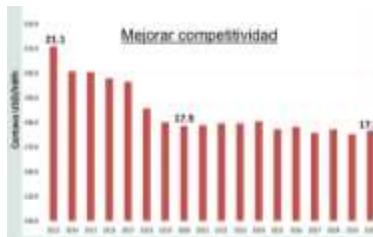
Reducir la importación de los combustibles para la generación, manteniendo la exploración petrolera, figura 7.

**Figura 7:** Exploración Petrolera, fuente ONEI 2013.



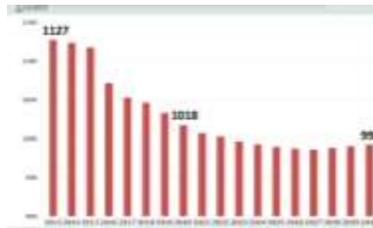
Reducir los costos de la energía entregada por la SEN, figura 8.

**Figura 8:** Reducir los costos de energía, fuente ONEI 2013.



Reducir la contaminación ambiental, figura 9.

**Figura 9:** Disminución contaminación ambiental, fuente ONEI 2013.



En Cuba existen cuatro Parques Eólicos, con la siguiente estructura y composición (figura 10).

**Figura 10:** fuente Ministerio Energía y Minas, 2012



En Cuba a partir del año 2012 se comienza a establecer el marco regulatorio sobre el empleo de las FRE, en el año 2015 se elabora y aprueban las normas jurídicas para implementar la política y se comienzan las negociaciones de las inversiones para la instalación de nuevos parques (ONEI 2005). El objetivo es crear capacidades de generación superiores a los 600 MW (Torres y Martins 2016) ver figura 11, e involucrar a la industria y los servicios nacionales. De esta forma tratar de lograr su reanimación, trabajando en direcciones relacionadas con: la fabricación de torres, sistemas auxiliares y repuestos; la prospección y evaluación del recurso eólico; así como la transportación, izaje y montaje especializado. También se trabaja en investigaciones Ingeniero – Geológicas; estudios de Impactos Ambientales, Peligro, Vulnerabilidad y Riesgo, el mantenimiento predictivo.

**Figura 11:** Fuente Ministerio Energía y Minas, 2016



Para una disminución del costo se deben tener en cuenta los costos mantenimiento ya que estos constituyen el gasto originado por acciones realizadas para mantener, conservar o restaurar la función de un activo fijo tangible en su condición normal de operación, será una inversión para la protección de los AFT de la instalación de que se trate, un complemento o seguro de producción una unión entre las dos funciones, operación y mantenimiento (González, 2015).

Para que exista costo de mantenimiento es necesario que el servicio que produce se pueda cuantificar monetariamente, estos se producen en el instante en que se ejecutan los servicios técnicos a la maquinaria e instalaciones de la empresa, en él estarían incluidos los gastos propios del Mantenimiento, que serán los gastos de acción directa más los gastos indirectos de apoyo, en el primero (GAD), estarían los gastos de recursos materiales y de fuerza de trabajo en las intervenciones directas a la maquinaria e instalaciones, de forma imprevista o planificada y en los segundos (GIA) los gastos de monitoreo, tecnologías, administración, capacitación, pago a terceros y amortización de infraestructura (Prando, 1996).

Los costos de mantenimiento según los diferentes aspectos se agrupan en cuatro bloques: CFJ: Costos Fijos, CV: Costos Variables, CFN: Costos Financieros y CFA: Costo por Falla (Knezevic, 1996).

**Costos Fijos:** La principal característica de estos costos es que no dependen del volumen de la producción y de las ventas, dentro de ello están el personal administrativo, el de limpieza, la mano de obra indirecta, las amortizaciones, los alquileres y el propio de mantenimiento, entre otros. Estos costos fijos de mantenimiento están compuestos, principalmente, por la mano de obra y materiales necesarios para realizar el mantenimiento preventivo. Este gasto tiende a asegurar el estado de la instalación a medio y largo plazo.

**Costos Variables:** son proporcionales a la producción realizada. Dentro de ellos se encuentran los de embalaje, materias primas, energía, etc. y los costos variables de mantenimiento, ejemplo la necesaria para el mantenimiento correctivo. Este mantenimiento puede producirse por consecuencia de las averías imprevistas o por las reparaciones que se realizan por indicación de los otros tipos de mantenimiento.

Resulta difícil reducir este tipo de erogación en mantenimiento, ya que está directamente ligado a la necesidad de efectuar una reparación para seguir produciendo, no obstante, se puede reducir este gasto evitando que se produzcan averías inesperadas.

**Costos Financieros:** referidos al mantenimiento son los que surgen tanto del valor de los repuestos como también las amortizaciones de las máquinas que se encuentran en reserva para asegurar la producción.

Los costos del almacenamiento de los repuestos en el almacén, necesarios para poder realizar las reparaciones implican un desembolso de dinero para la empresa. Si los repuestos son utilizados con cierta frecuencia nos encontramos con un costo financiero bajo, dado que esta inversión contribuye a mantener la capacidad productiva de la instalación.

**Costo por Falla:** se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa tiene por causas relacionadas con la parada de la planta, puede ser por situaciones vinculadas al mantenimiento, Estos costos claro está que implican un mayor gasto, premisa que se cumple tanto para empresas productivas como para empresas de servicios.

El costo total de mantenimiento; se puede expresar como se plantea en ecuación # 1:

$$CTT = CFJ + CV + CFN + CFA$$

Ecuación # 1

En nuestro caso de estudios los costos financieros no se tendrán en cuenta por no contarse con almacenes para las piezas y componente de recambio.

Metodología propuesta para la evaluación de los costos de operación, mantenimiento y parada de los parques eólicos de Gibara.

- Filtrado de datos
- Selección de las variables
- Construcción de patrones
- Interpretación y evaluación
- Adquisición del conocimiento

### Estudio de caso:

A 40 kilómetros de la ciudad de Holguín, se encuentra los Parques Eólicos Gibara I y II con las siguientes características, tabla 1.

**Tabla 1:** fuente Manuales Gamesa y Goldwind

Características	Gibara I	Gibara II
Clase	I A	II A
Fecha instalación	2/2008	12/ 2010
Marca	Gamesa G52	Goldwind S50
País	España	R.P. China.
Potencia	850 KW	750 KW
Cantidad AG	6	6
Total Potencia	5,1 MW	4,5 MW
Diámetro del rotor	52 m	50 m
Área barrida por el rotor	2123.7 m <sup>2</sup>	1963.5 m <sup>2</sup>
Relación Potencia / Diámetro	16.35 kW/m	15.0 kW/m
Potencia Específica	400.24 W/m <sup>2</sup>	381.97 W/m <sup>2</sup>
Altura efectiva del buje	55.2 m	53 m

• **Filtrado de datos:** Se utilizaron las bases de datos SIOGEN y SISCOM (20102016) del parque eólico de Gibara I y Gibara II; y de la Empresa Eléctrica de Holguín respectivamente, así como las consultas a especialistas claves de ambas instituciones.

• **Selección de las variables:**

- **Gasto de Operaciones.** Se encuentran los gastos administrativos, de materiales, herramientas, medios de protección, salario, entre otros.

- **Depreciación.** Cuando los activos de una empresa comienzan a perder valor a lo largo del tiempo, esa pérdida se amortiza teniendo en cuenta los años de vida del activo.
- **Mantenimiento correctivo.** Agrupa las reparaciones corrientes y las averías que se producen en las plantas.
- **Mantenimiento Preventivo.** Todas las operaciones planificadas para el mantenimiento, las de conservación y restauración que se ejecutan.
- **Costo por fallas.** Se refiere al costo o pérdida de beneficio que la empresa tiene por causas relacionadas con la parada de la planta.

### Otras variables

**Factor de capacidad o de carga;** Es un indicador que sirve para medir el comportamiento energético, así como para calificar la calidad energética de un parque eólico. Su relación matemática está dada por:  $FC = E / P_n \times 8760$

El factor de capacidad se define como la relación entre la energía generada (E) por un aerogenerador, durante un período dado y la que se hubiera producido si hubiese estado funcionando continuamente a potencia nominal (Pn), durante un año (8760 horas), se puede calcular para cualquier período. Se considera debe ser mayor que un 20% para que un sistema de generación de electricidad, se considere de forma preliminar factible económicamente.

De forma abreviada también para aerogeneradores de mediana y gran potencia, mayores de 250 kW el factor de capacidad se puede calcular de la forma siguiente:  $FC = 0,07 \times \text{velocidad media anual} - 0,2$  (Moreno 2009).

**Disponibilidad técnica de la turbina;** Es un indicador a considerar y se expresa en las horas que la turbinas es capaz de generar (HTG); entre las horas del periodo analizado (HPA) o las horas reales de operación (HRO) entre las horas en que la velocidad de viento está dentro del rango operacional (HVO), ecuación # 2.

$$D = HTG / HPA.$$

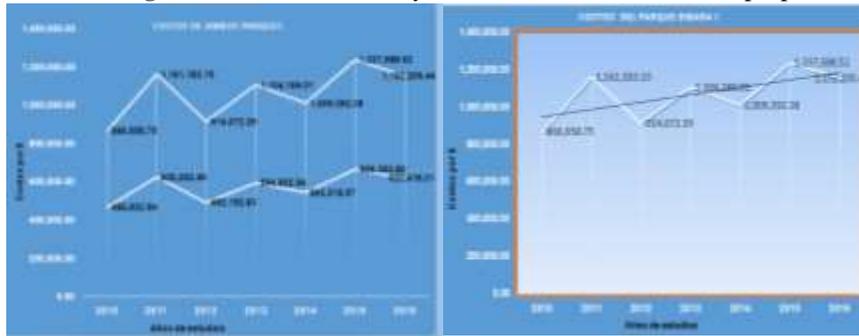
$$D = HRO / HVO$$

Ecuación # 2

### Construcción de patrones

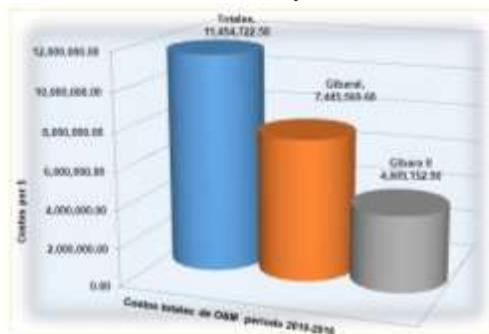
De forma comparativa se muestra el desempeño, se aprecia cómo los gastos del Parque Eólico Gibara I son muy superiores al Gibara II, figura 12

**Figura12:** Gastos Gibara I y Gibara II, fuente elaboración propia



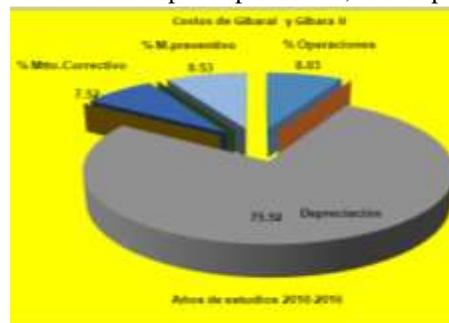
En la figura 13 se muestran los costos totales de ambos parques. El total de gastos de ambos parques es de 11 millones 454 mil 722 USD, durante el periodo de 7 años.

**Figura 13:** Gastos totales de Gibara I y II, fuente elaboración propia



Se pudo comprobar que los gastos que hasta ahora más inciden en estas cuantías se relacionan con los gastos de depreciación. Su comportamiento respecto a los otros gastos y por años se muestran en las figuras 15 y 16.

**Figura 15:** Gastos por depreciación, fuente propia.



**Figura 16:** Gastos por depreciación por años, fuente propia.



### ¿Costo por falla o por parada?

La disponibilidad de los aerogeneradores, a diferencia de las plantas convencionales, no solo depende de su estado técnico, sino del recurso eólico presente.

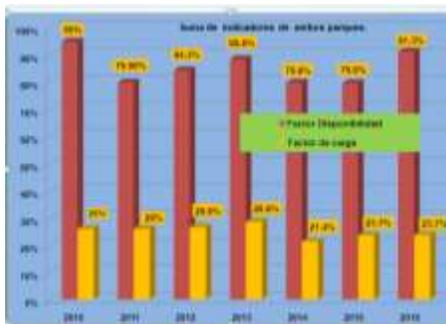
La naturaleza intermitente del viento, junto con el comportamiento probabilístico de las salidas no planificadas de los generadores eólicos hace que la proyección de potencia disponible en un instante dado en una planta eólica se determine de manera estocástica (Upwindc, 2016).

El costo de parada considera ambas causas. Esta energía que no se genera tiene varios costos desde monetarios, sociales y ambientales. Su costo incluye el factor de capacidad y la disponibilidad de los parques, así como la generación de cada parque.

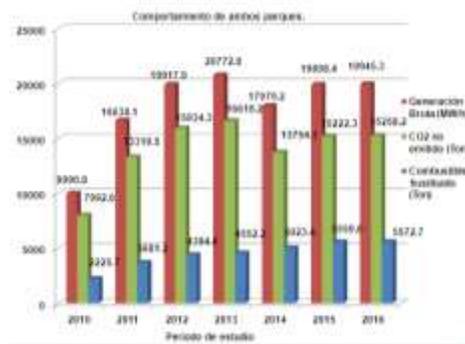
En la figura 17 se aprecia como se ha comportado el factor de capacidad, disponibilidad, así como la energía bruta generada durante el período; estos indicadores constituyen la base de cálculo para determinar la energía no generada por año.

En la figura 18 se expone cómo se relacionan los indicadores de generación bruta, combustible sustituido y CO2 no emitido para ambos parques eólicos.

**Figura 17:** Relación del factor de disponibilidad y capacidad, fuente propia.

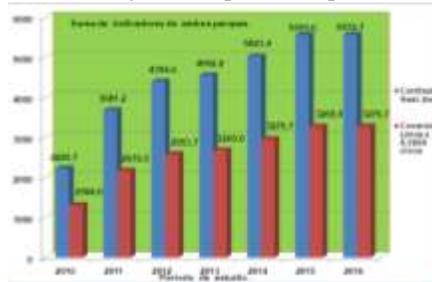


**Figura 18:** Relación entre generación bruta, combustible sustituido y CO2 no generado, fuente propia.

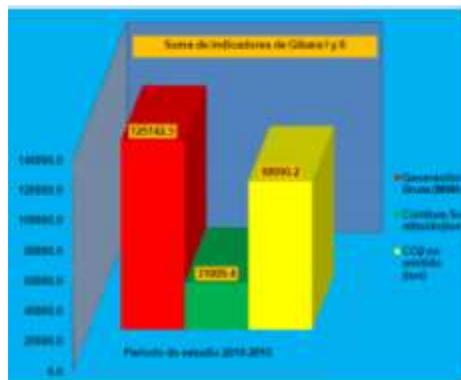


También se expone, el equivalente a la energía producida, del consumo de combustibles fósiles generado en fuentes convencionales, figura 19. En la figura 20 se representa la cantidad de CO2 no emitido y su equivalente en venta de carbono; es decir cantidad de dinero ingresado por la venta de los certificados de carbonos o CER, según el protocolo de Kioto; estos bonos en el año 2013 se cotizaban a 15 dólares la tonelada, en el año 2016 descendió hasta 43 centavos de dólares la tonelada.

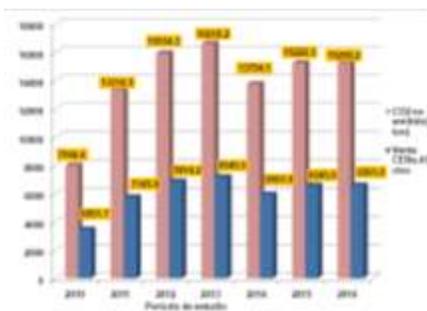
**Figura 19:** Relación entre combustible sustituido y ahorro por concepto de no compra de diésel, fuente propia.



**Figura 20:** Suma de indicadores de la generación bruta, combustible sustituido y CO2 no generado, fuente propia.

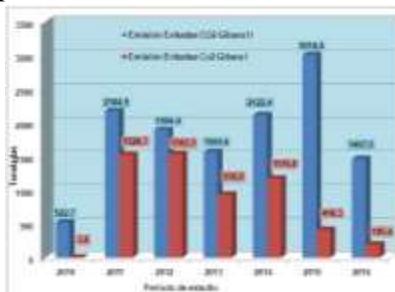


**Figura 21:** Relación entre CO2 no emitido y su venta en CER en USD, fuente propia.



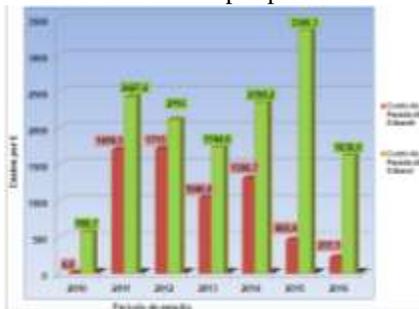
En la figura 22, se aprecia como Gibara II por tener mayor disponibilidad, los niveles de emisiones evitadas son superiores.

**Figura 22:** Estado comparativo entre las emisiones Gibara I y Gibara II, fuente propia



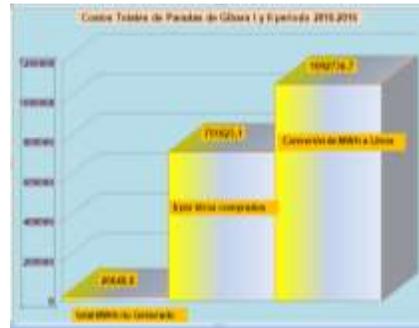
En la figura 23 se muestra el total de los costos por fallas o por paradas de cada parque, el Parque Gibara I es mucho mayor que el parque Gibara II, en el primero oscila entre mil y tres mil pesos convertibles, en el Gibara II, el valor más alto es de 1700 USD.

**Figura 23:** Estado comparativo de los costos por parada Gibara I y Gibara II, fuente propia.



Un resultado interesante de este estudio el valor total del costo por falla o parada asciende a un millón 092 mil 736.7 USD, figura 24.

**Figura 24:** Costos total por falla o parada, fuente propia.



En resumen, en la tabla 2 se plantea el costo total de mantenimiento en el Parque I asciende a 8 millones 197mil 392.79 USD y en el Parque II fue de 4 millones 350 mil 066.55 USD; casi la mitad de los gastos totales que fueron de 12 millones 547 mil 459.34 USD.

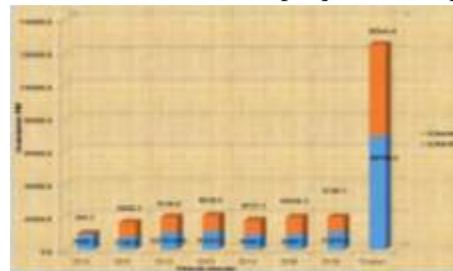
**Tabla 2:** Operadores de costos por parques, fuente propia

Operad. costos	Operación y mantenimiento	Costo paradas con fallos	Totales
Gibara I	7445569.68	751823.1	8197392.8
Gibara II	4009152.90	340913.6	4350066.5
Totales	11454722.6	1092736.7	12547459.34

Si queremos conocer el costo de mantenimiento por unidad de kilowatt de generación del periodo analizado, obtendremos el siguiente resultado.

En la figura 25 se puede apreciar que la generación en el parque Gibara I es mucho mayor que el Gibara II, sin embargo, en la tabla 3 y la figura 26 se concluye que no solo con una buena generación se resuelve el problema, también es necesario que disminuyan los costos de explotación para obtener un mejor indicador de \$ O&M por unidad de kilowatt hora de energía generada.

**Figura 25:** Generación de ambos parques, fuente propia.



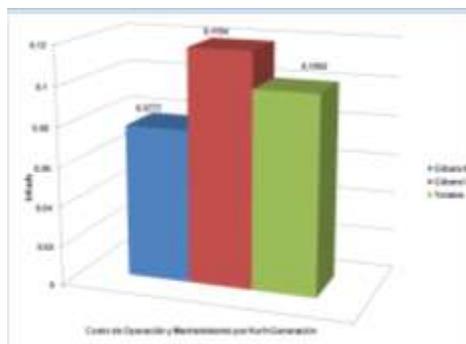
## Interpretación y evaluación

**Tabla 3:** Operadores de costos por parques, y por Kilowatt de generación: fuente propia.

Operad. costos	Operación y mantenim.	Costo paradas con fallos	Totales \$	Costo \$/Kw
			Generación kw/h	
Gibara I	7,445,569.68	751,823.1	8,197,392.8	0.1184
			69,199.600	
Gibara II	4,009,152.90	340,913.6	4,350,066.5	0.077
			55,943.000	
Totales	11,4547,22.6	1,092,736.7	12,547,459.34	0.0994
			126,142.600	

## Adquisición del conocimiento

**Figura 26:** Costos de operación y mantenimiento por generación de Mw/h, fuente propia.



De acuerdo a diferentes estudios realizados en el 2010, los costos de generación de la electricidad en parques eólicos están por debajo de los 0,07 USD/KWh como promedio en la mayoría de los proyectos en zonas con viento favorable calculados para 20 años de vida útil, y la recuperación de la inversión no rebasa los 7 años de acuerdo con los altos precios del petróleo. Estos costos del kWh son comparables con los costos promedio estimados de producción de electricidad con carbón (0,067 USD/KWh), o con gas (0,056 USD/KWh), siendo más favorable esta comparación cuando se trata de los costos de producción con petróleo, según (Moreno Figueredo, 2000).

## Conclusiones

Los costos de mantenimiento en Gibara I y Gibara II en el periodo del 2010-2016 se comportaron de forma intermitente con una línea de tendencia ascendente. Siendo superiores en el Gibara I. El objeto

de costo que más incidió en los gastos totales es la depreciación con un 75% de participación en los gastos totales. Existe buen comportamiento del factor de capacidad, por encima del 20%; así como el factor de Disponibilidad se mantuvo entre el 79 y 95%.

Se pudo constatar que la venta de los bonos de carbonos o certificados de reducción de emisión es una fuente no aprovechada al máximo. Se evidencia que el gasto de energía no generada es un indicador a tener en cuenta. Los costos de operación, mantenimiento y parada con o sin fallas, son casi el doble en Gibara I, con respecto al otro parque y los costos de explotación no solo dependen de la generación, sino de los gastos en que se incurran durante el proceso productivo.

## Referencias

1. INEL. (2015). Programa Eólico. Conferencia Internacional de Energía Renovable, (pág. 12). Ciudad Habana.
2. Información, O. N. (4 de febrero 2015). Desarrollo de capacidades para la integración de Objetivos de desarrollo sostenible de Energía, metas e indicadores en los programas nacionales de estadísticas en países de America Latina.
3. Knezevic, J. (1996). Mantenimiento. España. 1996. Editorial Edison. ISBN 84-89338-09-4.
4. Luís, R. G. (2015). El Mantenimiento en Cuba, Centro de Estudios en Ingeniería de mantenimiento. CUBAMan, colección de artículos, #23 , Editorial CUJAE; CEIM.
5. MorenoFigueredo.Conrado; Martínez Escanaverino, José y Leiva Viamonte, Guillermo (2006). 10 Preguntas y respuestas sobre energía eólica. Editorial Cubasolar 2007
6. Moreno Figueredo, C. (2009). ¿Qué es el factor de capacidad? Energía y tú , 44. La Habana.
7. Moreno Figueredo, C. (2010). ¿Cuanto cuesta un parque eólico?. Energía y tú #25. La Habana.
8. Prando, R. (1996). Manual Gestión de Mantenimiento a la medida. Guatemala: Editorial Piedra Santa. ISBN 84-8377-399-6.
9. Torres Valle, A., & Matínez Martíns. (2016). "Evaluación de la confiabilidad tecnológica del parque de aerogenerador de Gibara II". Energética vol 37 No 9 la Habana. enero-abril, 35.

10. [Aeeolica] Asociación empresarial eólica. Eólica 2008 anuario del sector: análisis y datos. Disponible en internet en: [www.aeeolica.es](http://www.aeeolica.es). Consultado 10.12.2016.
11. [Gamesa] Gamesa. Aerogeneradores: diseño y desarrollo. Disponible en internet en: [www.gamesacorp.com](http://www.gamesacorp.com) Consultado 14.11.2016.
12. UpWind. Comparison of different wind turbine concepts due their effects on reliability. Disponible en internet en: [www.upwind.eu](http://www.upwind.eu). Consultado 10. 12.2016.
13. <http://www.osinergmin.gob.pe/sección/internacional>. (Octubre de 2016). Obtenido de Electricidad-La Energía renovable.

©2019 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).