

# POTENCIALIDADES EÓLICAS EN LA REGIÓN DE MOA, CUBA

(Eolic potentials in Moa's region, Cuba)

Terrero Matos Eduardo

Instituto Superior Minero Metalúrgico, Moa, Holguín, Cuba,  
 eterrero@ismm.edu.cu

(Recibido Abril 20 de 2007 y aceptado de Septiembre 20 2007)

<p><b>Resumen:</b>                  En el trabajo se exponen resultados preliminares relacionados con la exploración eólica de la región de Moa, donde se caracteriza el comportamiento de la potencialidad eólica del nordeste cubano.</p> <p>Estos resultados permiten la selección de sitios para estudios de factibilidad eoloenergética.</p>	<p><b>Abstract:</b>                  The paper work shows some of the preliminary results in relation on the Moa region where the behavior of the eolic potential of the Cuba Northeast region is characterized.</p> <p>These results convey to the selection of places where studies of factual eolic energy can be done.</p>
<p><b>Palabras clave:</b> Energía eólica, Energía limpia.</p>	<p><b>Key words:</b> Eolic Energy, Limp Energy.</p>

## 1. INTRODUCCIÓN

La sociedad abriga la convicción de que no solo es factible, sino que también es imprescindible, acometer una política integral de desarrollo que garantice un máximo de aprovechamiento de los recursos energéticos de que se dispone.

Esto implica un análisis puntual en cada lugar sobre las problemáticas y las posibilidades de emplear fuentes renovables de energía. La prospección eólica se puede definir como el arte de buscar sitios o zonas favorables para el aprovechamiento del recurso eólico. Para ello, se deben efectuar mediciones de variables climatológicas como: velocidad, dirección del viento, densidad y temperatura del aire, por medio de estaciones anemométricas, cuyos datos para ser eficaces, deben expresarse en un término de tiempo superior a los tres años.

El valor que pueda concederse al cuadro eoloenergético así obtenido, -mayor para unas técnicas que para otras-, depende de la calidad de los datos y de la pericia con que son interpretados.

La prospección debe estar precedida de una cuidadosa exploración, ya que las características físicas, geográficas y regionales influyen en gran medida en la intensificación local del régimen de los vientos.

La investigación se realizó en la parte Nororiental de Cuba (ver figura 1). La región de Moa, se encuentra ubicada en el macizo Moa-Baracoa influenciado por la zona costera.

Analizando la orografía general de la parte oriental de Cuba, estudios anteriores refieren que el sistema orográfico de esta parte de Cuba, está orientado de dirección E-W a NE-SW. Estas direcciones siguen líneas paralelas o subparalelas con el eje longitudinal de la Isla de Cuba.

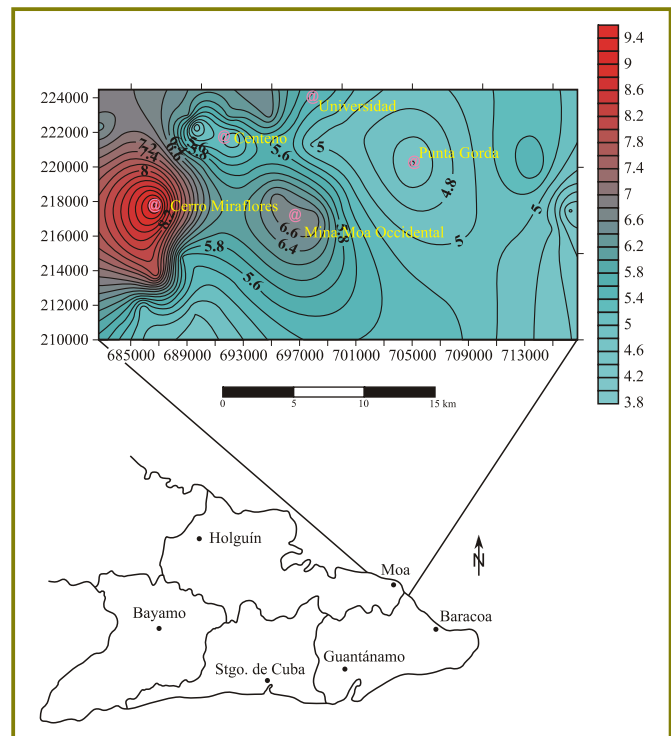
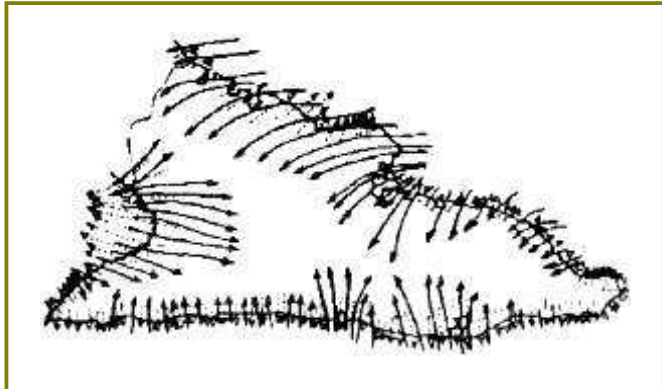


Figura 1. Mapa de la región de estudio.

En esta área se encuentran las elevaciones montañosas de la Sierra Cristal y la Sierra de Nipe; en la provincia de Holguín, la Sierra del Purial y la Sierra del Convento y la Sierra Maestra, en la provincia de Santiago de Cuba. Entre estas elevaciones y la costa se aprecia una zona de acción de la brisa marina y el terral (ver figura 2).

En el territorio existen influencias derivadas de la turbulencia generadas por la orografía, sin dejar de destacar los sitios de mayor velocidad del viento.



**Figura 2.** Líneas que siguen la dirección de la brisa marina en la parte Oriental de Cuba, (las líneas continuas representan el efecto de la brisa marina y las líneas discontinuas representan el efecto del terral).

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

Las mediciones se realizaron en condiciones diurnas en el horario 9:00 a.m a 5:00 p.m., considerando el tiempo de brisas característico de la región.

Se efectuaron mediciones cada 10 minutos a una altura de 10 m en dos puntos que ya habían sido escogidos previamente en otras etapas del trabajo. El periodo de observación fue de enero a diciembre. Además, se relacionó el comportamiento cuantitativo de la velocidad y la dirección del viento en la región.

## 3. ANÁLISIS DE RESULTADOS

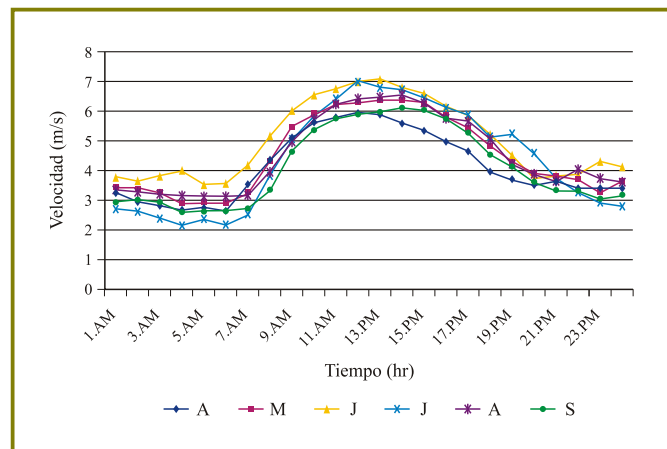
Los resultados obtenidos en la región de Moa, se corroboraron con los resultados de la estación meteorológica de Punta Lucrecia, representativa del litoral holguinero.

Esta región posee vientos sostenidos durante todo el día, -condición que diferencia a este territorio del litoral sur-; por cuanto, la llegada de los vientos alisios no se ve afectada por el macizo montañoso Sagua-Baracoa al sur de la región de Moa.

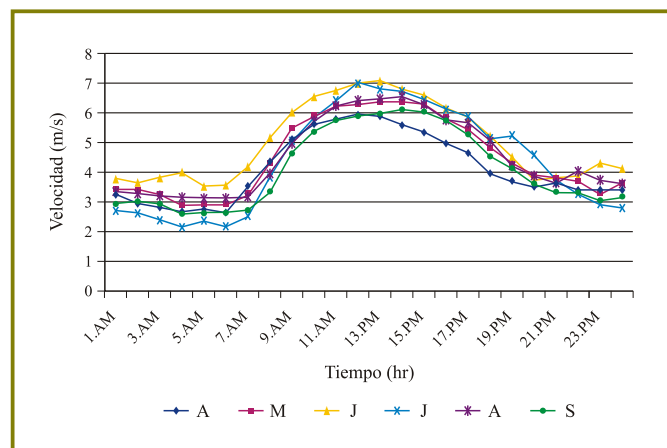
Según los resultados obtenidos a partir de la base de datos interpretada en los puntos 1 y 2, se determinó que la velocidad promedio del viento es de 5 m/s.

El comportamiento de esta variable meteorológica en el área de estudio no se mantiene constante durante todos los meses, porque responde a la situación sinóptica que esté incidiendo.

Observando el ciclo promedio ininterrumpido, podemos percatarnos de que los valores más altos del viento se reportan en los meses conocidos meteorológicamente como de temporada invernal, coincidiendo con el periodo característico del paso de sistemas frontales.



**Figura 3.** Comportamiento de la velocidad media mensual del viento por horas en el Punto 1, empresa Moa Níquel, Punta Gorda y Moa.



**Figura 4.** Comportamiento de la velocidad media mensual del viento por horas en el Punto 2, empresa Moa Níquel, Punta Gorda, Moa.

Lo expuesto anteriormente, nos muestra que existe una reducción del viento en diferentes horarios con mayor significación de 1:00 a 9:00 y de 19:00 a las 24:00 horas.

Se observa que en el horario desde las 9:00 hasta las 19:00, existe una velocidad relativamente alta, cuyo comportamiento se evidencia de igual forma en todos los meses estudiados.

Si bien durante el día la brisa marina y el viento alisio se desplaza en un mismo sentido y con ello se refuerzan; durante el periodo nocturno, debido al rápido enfriamiento de la tierra, el terrenal toma dirección contraria al alisio y avanza debilitado, claro está, que cuando existe un flujo sinóptico con gradiente moderado, el terrenal se ve imposibilitado ante el avance del viento predominante.

En el cálculo de frecuencia mensual del viento se obtuvo que el 65.2% del año (incluyendo las madrugadas), el viento puede ser aprovechado óptimamente; este porcentaje representa 5712 horas/año.

El análisis también se realizó dividiendo los días en madrugada-mañana y tarde-noche, obteniéndose que anualmente el 60.5% de las madrugadas-mañanas es aprovechable, mientras que las tardes-noches útiles ocupan el 70.9% de los días. Es decir, que el promedio de 221 correspondiente a madrugadas-mañanas y de 259 para las tardes-noches, son factibles para la generación de electricidad, partiendo de la energía eólica (ver figura 5).

El análisis de frecuencia probabilística, nos permitió apreciar la dimensión de la dificultad que puede crear el viento en calma en los periodos madrugada-mañana y tarde-noche durante todo el año.

La mayor cantidad de calmas se produce en el horario de la madrugada, lo que hace que el 24.4% de este periodo no pueda aprovecharse, pese a ello, el viento se mantiene en el 75.6% de los casos estudiados durante el año. El horario de mayor potencial eólico se manifiesta en las tardes cuando sólo en un 3.4% de las ocasiones no hay presencia del viento.

Por su parte, en la mañana el aire se detiene en el 22.6% de las ocasiones y esto también ocurre en un 12.9% de las veces en el periodo nocturno.

Esta apreciación nos permite concluir que el viento, aunque tenga un debilitamiento en la madrugada es bastante estable durante el ciclo diurno, algo favorable para valorar el potencial eólico pues brinda la posibilidad de obtener energía en la mayor parte de las ocasiones durante el día completo.

Pero no sólo conociendo los días con calma, basta para llegar a la conclusión de cuáles son las potencialidades existentes en el territorio. También se necesita conocer si los vientos cumplen los requerimientos de encontrarse gran parte del tiempo por encima de los 4 m/s, para alcanzar una generación de energía lo más óptima posible.

Es necesario aclarar que la magnitud de velocidad promedio alcanzada en la investigación realizada, no sobrepasa los diez metros de altura, por lo que se estima que por encima de ésta, la potencialidad eólica permite la efectividad eolenergética, donde las turbulencias extremas disminuyen considerablemente.

En el procesamiento de la información, se obtuvo un mapa de isopletas de superficie a una altura promedio de 2 a 3 metros.

Se elaboró a partir de mediciones que se efectuaron simultáneamente en puntos característicos sin apantallamiento eólico, con la utilización de 15 anemómetros portátiles de cazoleta de Robinson, teniendo en cuenta el tiempo de calma, determinado por las figuras 2 y 3.

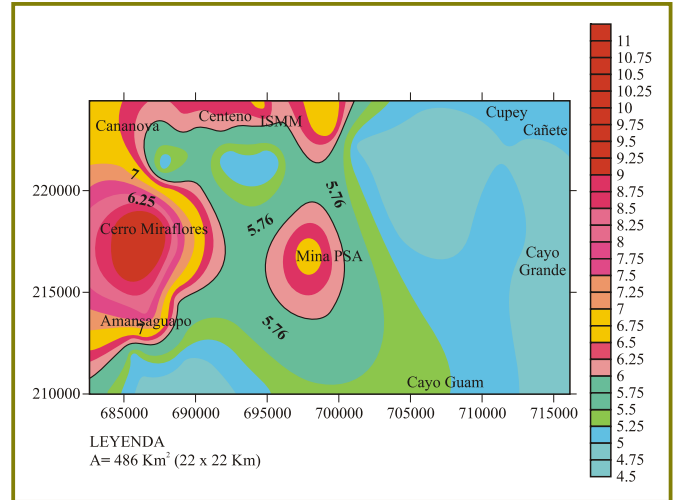


Figura 5. Mapa de isopletas de superficie de la región de Moa.

La rosa de los vientos (ver figura 6) es un modelo gráfico que permite mostrar las frecuencias que ha tenido el comportamiento del viento en 12 direcciones. Para el caso que estudiamos se obtuvo como resultado principal que el 28% del tiempo se han producido vientos de dirección norte y un 26% del tiempo el viento provenía de la dirección noreste.

El siguiente gráfico muestra estos resultados:

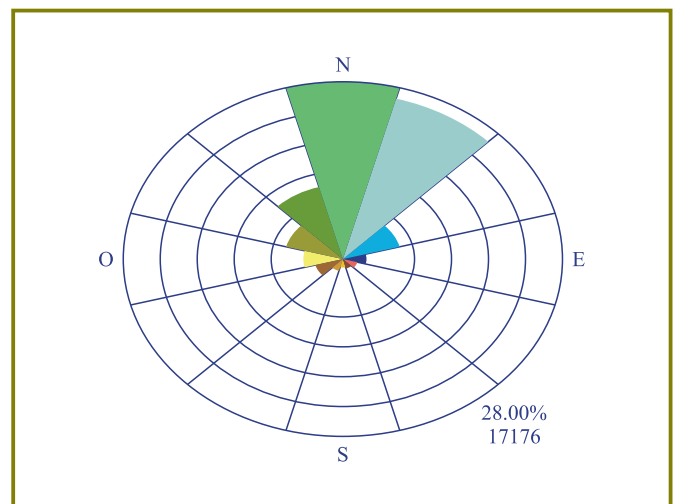


Figura 6. Rosa de los vientos para la región de Moa.

## 4. CONCLUSIONES

Se pudo determinar el comportamiento de la velocidad media del viento en condiciones diurnas y nocturnas a partir de un registro continuo de dos puntos de observación con características topográficas diferentes.

Luego de conocer el comportamiento de la velocidad media del viento en m/s se pudo aplicar la metodología de mediciones de la velocidad del viento, desarrollada simultáneamente en 15 puntos de estudio, permitiendo elaborar un mapa cuantitativo de velocidad media con un aprovechamiento máximo

de energía eólica en la región. Consecuentemente, se conoció el comportamiento de los puntos prospectados por sitio de muestreo.

Finalmente, se determinó la dirección y velocidad predominante de los vientos en el área del estudio.

## 5. REFERENCIAS

- Boytel, F. (1992). Geografía eólica de oriente.  
Terrero M., E. (2006). Caracterización del perfil eólico de Moa, Cuba.