

**MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA**

**ATLAS EOLICO PRELIMINAR  
DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

**VOL. III**

**1983**

**PROGRAMA REGIONAL DE  
ENERGIA EOLICA DE OLADE**

**ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE  
AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

**VOLUMEN III**

**NORTE Y NOROESTE DE AMERICA DEL SUR**

rie: Documentos D - PLACE N° 8



**PLACE**  
PROGRAMA LATINOAMERICANO  
DE COOPERACION ENERGETICA

INSTRUMENTO PARA  
EL FORTALECIMIENTO DE  
OLADE



ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

## FE DE ERRATAS

### VOLUMEN III

PAGINA	NUMERAL	PARRAFO	LINEA	DONDE DICE:	DEBE DECIR:
7		5	5	Alfredo Zárate	Jorge Zárate
25	3.1.			PARAMETROS	PARAMETRO
26	3.3			POTENCIAS	POTENCIA
38	1.3		3	utilizadas en (4),	utilizadas (4),
39	3.1.3			en kWh/m <sup>2</sup> .	en kw/m <sup>2</sup> .
39	3.2.2		1	que el tiro de	que el tipo de
40	4		1	Venezuela le parece	Venezuela parece
56	(7)			Weather Suriname	Weather Summary

551.556  
051a  
EJ. 1  
Vol III

000236

29-34  
31

**PROGRAMA REGIONAL DE  
ENERGIA EOLICA DE OLADE**

# **ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

*Asociación Opicia de Planificación, 24 mayo/83*

Dr. José L. Aiello  
CNE/Argentina

Ing. Met. Jorge I. Valencia  
HIMAT/Colombia

Ing. Enrique Caldera Muñoz  
OLADE

Met. Vicente L. Gómez  
OLADE

1983

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

BIBLIOTECA

# INDICE

CONTENIDO	Pág.
<b>INTRODUCCION</b> .....	11
Antecedentes y cronología.....	11
<b>ANEXO 1: LISTA DE PAISES QUE CONFORMAN EL ATLAS EOLICO PRELIMINAR</b>	
<b>DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE</b> .....	15
<b>ANEXO 2: POTENCIA, ENERGIA Y DISTRIBUCION DE WEIBULL</b> .....	16
1. Potencia y energía del viento .....	16
2. Distribución de Weibull .....	17
<b>TABLA 1:</b> Cálculo de la potencia media ( $\bar{P}$ , W/m <sup>2</sup> ) del viento a partir de la velocidad media ( $\bar{V}$ , m/s) considerando distribuciones de Weibull para tres casos de varianza: alta (A), media (M) y baja (B).....	18
<b>TABLA 2:</b> Determinación del factor de forma (k) de Weibull en función de la velocidad media del viento ( $\bar{V}$ ) y el tipo de varianza: alta ( $k=0.73 \bar{V}^{1/2}$ ); media ( $k=0.94 \bar{V}^{1/2}$ ); baja ( $k = 1.05 \bar{V}^{1/2}$ ) .....	19
<b>TABLA 3:</b> Valores del Coeficiente k de Weibull en función del Cociente de la Desviación Típica ( $\hat{\sigma}$ ) y la Velocidad Media (V) del viento. ....	20
<b>REFERENCIAS</b> .....	21
<b>SIMBOLOS Y SIGLAS UTILIZADAS</b> .....	22

# ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

## PROLOGO

La Secretaría Permanente de la Organización Latinoamericana de Energía, tiene el honor de presentar el Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe, culminando de esta manera un considerable esfuerzo técnico y de cooperación regional, al poder consolidar y normalizar información meteorológica de toda la región.

Técnicamente representa dos años de trabajo en el que se recabó, analizó y sistematizó la información meteorológica, proporcionada por los servicios meteorológicos nacionales así como por las que fueron suministradas por instituciones oficiales vinculadas al sector energético.

Por otra parte, significa la cristalización de la voluntad, la movilización de recursos y la cooperación de instituciones y personas que apoyaron desinteresadamente ese esfuerzo, motivados por un sentimiento de solidaridad latinoamericana factor decisivo para hacer posible esta meta.

Este Atlas, constituye el fruto de un trabajo iniciado en mayo de 1980 en Cuernavaca, México, cuando durante el desarrollo del 1er. Curso-Seminario Latinoamericano sobre Prospección, Evaluación y Caracterización de Energía Eólica, se recomendó a OLADE, iniciar las acciones para recabar información sobre la red meteorológica en América Latina y la naturaleza de los datos disponibles para la confección de un Atlas Eólico.

OLADE asumió el reto y el compromiso: ésta es la respuesta. Sirva pues, como un sincero homenaje del Programa Regional de Energía Eólica, en este año de 1983, a la memoria del Libertador Simón Bolívar en el bicentenario de su nacimiento.

ULISES RAMIREZ OLMOS  
SECRETARIO EJECUTIVO

## RECONOCIMIENTOS

Al Grupo Asesor de Energía Eólica de OLADE constituido en cumplimiento de la Decisión X/D/049 aprobada por la X Reunión de Ministros de OLADE, el 4 de Mayo de 1981 en Río de Janeiro, Brasil y formado por

Dr. José Luis Aiello	(Argentina)
Ing. Roberto Fischer	(Brasil)
Ing. Alberto Olarte	(Colombia)
Ing. Jorge Iván Valencia F.	(Colombia)
Ing. Luis Guardamagna S.	(Chile)
Ing. Enrique Caldera M.	(México)
Ing. Alfredo Oliveros D.	(Perú)

Al Ing. Luiz Augusto Marciano da Fonseca, Coordinador de la parte inicial en las actividades del Grupo Asesor como Jefe del Programa Regional de Energía Eólica de OLADE.

Al Ing. Enrique Caldera Muñoz, Coordinador de la parte final y culminación de la segunda etapa del Programa Regional de Energía Eólica como Jefe del Programa de Energía Eólica y Solar de OLADE.

A las siguientes personas:

Alfredo Zárate	(Bolivia)
Lucy Pinto G.	(Brasil)
Luis Zurita	(Ecuador)
Ricardo Saldaña	(México)
A. Cornejo	(Perú)
Alberto Llenas	(República Dominicana)
Jorge Lafontant	(Venezuela)

## **ADVERTENCIA**

El carácter preliminar del presente Atlas Eólico, se deriva de que la información numérica aquí presentada proviene de una red meteorológica, cuya localización de sensores de viento, características de la instrumentación y procedimientos de promediación, no fueron establecidos con fines de evaluación energética eólica.

El valor de este Atlas es esencialmente cualitativo al presentar un panorama general del comportamiento del viento en superficie en la región, señalar las zonas ventajosas para su aprovechamiento y sobre todo, mostrar aquello que puede esperarse al realizar el estudio detallado de las zonas de interés con la instrumentación y la metodología adecuada.

Se considera que en general, los valores aquí indicados subestiman las condiciones reales que pueden encontrarse para el aprovechamiento energético del viento.



# INTRODUCCION

## ANTECEDENTES Y CRONOLOGIA

En septiembre de 1979 se realizó en Quito, Ecuador, la primera reunión de un Grupo de Trabajo, con el fin de discutir un programa latinoamericano de energía eólica. Dicha reunión produjo un documento técnico que entre otras cosas, proponía la creación del Grupo Asesor de Energía Eólica, que orientara el desarrollo del Programa.

En base a este primer documento, se efectuó en Buenos Aires, Argentina, del 28 de abril al 2 de mayo de 1980, el II Grupo de Trabajo sobre Energía Eólica, produciéndose un documento denominado: "Metodología propuesta para el aprovechamiento de la Energía Eólica en América Latina" (1).

De acuerdo a lo establecido en el documento anterior, del 19 al 30 de mayo de 1980, se efectuó en la sede del Instituto de Investigaciones Eléctricas, en Cuernavaca, México; el Primer Curso-Seminario Latinoamericano sobre Prospección, Evaluación y Caracterización de Energía Eólica, el que fue repetido en lengua inglesa en Widley - Barbados del 26 al 29 de enero de 1981 (2) (3).

De las conclusiones y recomendaciones del Curso-Seminario, realizado en Cuernavaca, se proponía el que OLADE iniciara una encuesta latinoamericana para obtener un inventario de la red meteorológica en la Región y un diagnóstico acerca de la naturaleza de la información disponible para la elaboración de un Atlas.

Se formularon cuestionarios para realizar la encuesta, se realizaron contactos con la Organización Meteorológica Mundial y se envió la encuesta a los distintos países, a través de la circular del 16 de octubre de 1980.

Entre el 4 y 9 de mayo de 1981 se constituyó oficialmente en Río de Janeiro, Brasil; el Grupo Asesor de Energía Eólica, que entre otras cosas, elaboró el documento "Plan de Acción inmediato para la Elaboración del Atlas Eólico de América Latina y el Caribe" (4), que contemplaba una reunión en la sede de OLADE, durante los meses de junio y julio de 1981, con el objeto de realizar la evaluación de la información recibida y formular una metodología de trabajo para el futuro.

Durante el mes de julio de 1981 se reunió un primer Grupo de Trabajo en la sede de OLADE, para revisar y evaluar la información disponible, así como la metodología a utilizar para el procesamiento de la información y la confección del Atlas.

Como resultado de esa reunión se produjo el documento "Aproximación Inicial al Atlas Eólico Latinoamericano y del Caribe, Area: Centroamérica" (5), así como el "Informe acerca del Diagnóstico y Metodología a seguir para la elaboración del Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe" (6).

Durante esta reunión se establece la necesidad de acompañar al Atlas Eólico Preliminar, con un documento metodológico para la realización posterior, de los trabajos de prospección, evaluación y caracterización de zonas de interés en los países de la Región, denominado "Manual de Meteorología Eólica" (7).

Del 14 al 18 de diciembre de 1981, se efectuó en Quito, el Segundo Grupo de Trabajo para revisar el grado de avance, los enfoques metodológicos y efectuar la programación y presupuestación de actividades durante 1982, centradas en la finalización de los siguientes documentos:

- a. Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe.
- b. Manual de Meteorología Eólica (7),
- c. Guía de Diseño, habilitación y operación de estaciones móviles de climatología eólica (8).

Durante 1982 los trabajos entran en un impasse determinado por la crisis económica generalizada que afecta a la Región y que retrasa la ejecución del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) bajo cuya cobertura se desarrolla ahora el Programa Regional de Energía Eólica.

El 1º de marzo de 1983, se reinician formalmente los trabajos para la elaboración del Atlas y del 11 al 15 de abril de 1983 se realiza un Tercer Grupo de Trabajo, cuyos objetivos básicos fueron:

1. Conocer el estado de la información disponible sobre viento y su procesamiento y normalización al 31 de marzo de 1983.

2. Definir un curso de acción para recabar la información faltante y poder completar el Atlas.
3. Revisar la disponibilidad de información y estrategia a seguir para compilar un Atlas Latinoamericano de Radiación Solar, con base a información procesada ya publicada.

Siguiendo las recomendaciones de esa reunión, se realizó una misión oficial por tres países de América del Sur y uno el Caribe para recabar la información faltante, ya que se puso como límite el 15 de julio de 1983 para cerrar el proceso de recepción de información.

Habiéndose desarrollado el trabajo en su totalidad, se convoca a un Cuarto y último Grupo de Trabajo del 12 al 16 DE SEPTIEMBRE DE 1983, para revisión del documento final, su aprobación y edición.

Con la finalización del Atlas Eólico, del Manual de Meteorología Eólica (7) y la Guía de Diseño, habilitación y operación de estaciones móviles de climatología eólica (8), se completa la segunda etapa del Programa Regional de Energía Eólica, que a la letra dice: "El objetivo final de esta etapa es la obtención de un Atlas Latinoamericano, de carácter preliminar, donde se indiquen en forma zonal los niveles de potencial energético eólico. Este Atlas servirá para que el Grupo Asesor de Energía Eólica elabore el plan de trabajo detallado para el segundo paso de muestreo y obtención de datos, concentrados en las áreas de interés".

Como se señaló anteriormente, la "Aproximación Inicial del Atlas Eólico Latinoamericano y del Caribe, Area: Centroamérica" (5) vino como consecuencia de algunas acciones tomadas por la OLADE en el campo de la Energía Eólica, como la constitución del Grupo Asesor de Energía Eólica, (GAEE) y los cursos sobre "Prospección, Evaluación y Caracterización de la Energía Eólica" dictados en Cuernavaca (México), 1980 y en Barbados, 1981 (2) (3). Todas estas circunstancias condujeron indudablemente a promocionar el interés de los países latinoamericanos y del Caribe por los aspectos energéticos del viento.

Resultado de aquella inquietud es, por ejemplo la Carta de frecuencia y velocidad media del viento (período 1948 - 1978) y la Carta de dirección y velocidad máxima del viento (período 1950 - 1978) preparados por el Instituto Nacional de Electrificación Rural de Bolivia (9). Asimismo, el "Compendio de Información Eólica de Venezuela" (10), publicado por la Dirección de Electricidad, Carbón y otras energías, del Ministerio de Energía y Minas de aquel país, cuyo mapa eólico presenta los resultados del estudio en forma similar a la del Atlas Inicial del área Centroamericana (5).

El Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL) efectuó, en 1982, una evaluación del potencial eólico del Ecuador y, también en 1982 la Comisión Nacional de Política Energética de la República Dominicana efectuó la parametrización energética del viento (11), a base de la metodología presentada por OLADE en el curso de Cuernavaca y utilizada en la preparación de su Atlas Eólico Inicial.

En la República Argentina, se evaluó el recurso eólico de 188 estaciones con una metodología similar a la de OLADE, cuyos resultados se adoptaron en el presente Atlas (12). En el mismo país bajo los auspicios de la Organización de Estados Americanos (OEA) y del Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico (PRDCYT) se efectuó la "Evaluación Preliminar del Recurso Eólico de Argentina" (13), trabajo que fue publicado por el Grupo de Energía no Convencional de la Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales, Centro Espacial San Miguel.

También en el Brasil se concluyó un "Levantamiento Preliminar do Potencial Eólico Nacional" efectuado por CONSULPUC para las Centrais Elétricas Brasileiras S/A (ELETROBRAS) (14). La información de base y los datos analizados utilizados en dicho estudio constituyen la fuente de datos para el análisis de aquel país que presentamos en este Atlas.

Por último, en Barbados, dentro del Wind Resource Assesment Project del Caribbean Meteorological Institute se realizó, en 1982, un análisis de la información disponible sobre el viento (15), cuyas conclusiones, a su vez, se incorporan en este Atlas; y en el Perú se realizó un trabajo denominado "Estudio Resumen de la velocidad del viento en el departamento de Piura, 1982" (16).

## ASPECTOS GENERALES ACERCA DE LA METODOLOGIA EMPLEADA

1. En la "Aproximación Inicial al Atlas Eólico Latinoamericano y del Caribe, Area: Centroamérica" (5), se expresó que la preparación de un atlas eólico para la región Latinoamericana y el Caribe encontraba un obstáculo de consideración en la insuficiencia de datos sobre velocidad del viento, en la heterogeneidad de horarios de observación y de procedimientos para la obtención de valores medios, en la diversidad de las alturas de instalación de los sensores, y en la variable extensión de los períodos cubiertos por los datos. Como conclusión, se decidió preparar dicha "Aproximación" en el área centroamericana en la cual las deficiencias anotadas "sufrían una limitación favorable para afrontar la presentación de un resultado inicial".
2. Desde la publicación de aquel Atlas Inicial las circunstancias del área centroamericana no han variado. No se ha actualizado la información, por una parte, y no se han realizado en los países de la misma estudios de caracterización del viento que hubieran permitido contrastar las conclusiones obtenidas en el Atlas ya mencionado "a base de la velocidad media, potencia media y energía".

Como consecuencia, se decidió integrar este "Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe" conservando en todas sus partes la "Aproximación Inicial" del mismo en el área centroamericana, sin más modificaciones que las resultantes de la revisión a que se sometieron las tablas de los parámetros presentados y la adición del coeficiente  $k$  de la distribución de Weibull (Ver Anexo 2).

3. La información que pudo recopilarse del resto de la región no mejoró substancialmente el panorama que presentó el área centroamericana. Las heterogeneidades anotadas se hicieron más profundas al no conseguir, escoger un período común para el análisis, utilizar promedios de la velocidad del viento normalizados, ni conseguir la uniformidad de la altura de medición del viento. Por otra parte, extensas áreas de la América del Sur y de México, tenían una deficitaria cobertura de información.

La disyuntiva planteada fue, sencillamente, completar el Atlas ya iniciado con la información disponible o no terminarlo. La decisión parecía obvia: era, quizás más conveniente publicar el Atlas con las limitaciones impuestas, que no hacerlo, pues lo menos que puede esperarse es que un Atlas Eólico de América Latina y el Caribe promoviera en los países la necesidad de completar la investigación profundizando la evaluación del parámetro con miras hacia el aprovechamiento del potencial eólico con que cuentan algunas regiones del área.

4. Con el objeto de que las heterogeneidades fueran, en lo posible, menos drásticas e incompatibles con la finalidad del Atlas de presentar un esquema general de lo que podía esperarse de la región en materia de información sobre el viento, se creyó conveniente dividirla en subregiones en las cuales, si no completamente, las anomalías de homogeneidad fueran más similares relativamente. Bajo este criterio el plan de presentación del Atlas es el siguiente:

Volumen I	México, incluyendo la zona limítrofe de los Estados Unidos.
Volumen II	América Central y el Caribe.
Volumen III	Región Norte y Noroeste de América del Sur.
Volumen IV	Perú y Bolivia.
Volumen V	Brasil.
Volumen VI	Cono Sur de América del Sur.

5. Para regionalizar más todavía los caracteres de heterogeneidad se tratan, separadamente a países o grupos de países. De este modo la naturaleza de las desviaciones queda más circunscrita y no afecta más que al país o grupos de países, pues, por otra parte, en cada caso se aplica una metodología de caracterización del viento que es diferente, o puede serlo. De este modo, además, fue posible hacer uso de toda la información que se obtuvo de un país, sea ésta del viento en sí o de su caracterización como fuente energética.
6. En todo caso, hay un elemento común en la naturaleza de la información disponible: se cuenta solamente con valores medios mensuales y/o anuales de la velocidad del viento, obtenidos de muy diversa manera (horarios y tridiurnos, especialmente). La diferencia entre utilizar promedios horarios y tridiurnos fue tomada como poco significativo, y por ende se calcularon las características energéticas de las estaciones, con una u otra información. Se analizaron los resultados de la evaluación energética, comparando el caso horario y el tridiurno para las estaciones de San Miguel, Argentina; El Gavillero, México; y San Andrés, Colombia; encontrando concordancia entre los resultados obtenidos (12) (17).

7. Para poder utilizar los valores de la velocidad media disponibles se adoptó, para la caracterización del viento, el método desarrollado por Justus analizando 140 estaciones de los Estados Unidos, basado en la  $\bar{V}$  para tres casos de varianza (alta, media y baja) (18). Para facilitar la determinación se calcularon las curvas respectivas de  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$  para una densidad del aire constante e igual a  $1.225 \text{ Kg/m}^3$ , y a base de éstas se preparó la Tabla 1.
8. Para la determinación del coeficiente k de Weibull se utilizaron las Tablas 2 (en función de la  $\bar{V}$  y el tipo de varianza) y 3 (en función de la desviación típica y la velocidad media).
9. En los casos en los cuales los países remitieron ya calculada la caracterización del viento se adoptó esta determinación íntegramente.
10. Los resultados de los procedimientos señalados en 6, 7, 8 y 9 se tabularon convenientemente para cada estación, tanto para valores mensuales, estacionales y anuales.
11. Los datos de situación y otros de las estaciones se dan en Tablas por países, los cuales se ordenaron en la forma que se indica en el Anexo 1. Los ordinales de las estaciones, en cada país, pueden no mostrar un orden aceptable y aún sufrir cortes en el seriado. Esto se debe a que la información inicial de los países se refirió a todas sus estaciones, a base de la cual se confeccionaron los registros de OLADE. Los datos sobre el viento, sin embargo, no cubrían las mismas estaciones en muchos casos, o no había datos para otras. Para conservar el registro inicial hubo que saltar la secuencia.
12. La relación de todo lo concerniente a un país, o grupo de países, se la sujetó a un patrón único o ficha de datos y notas que recoge todo lo concerniente a la red de estaciones, a la caracterización del viento y a las conclusiones y recomendaciones más obvias. Particularidades inherentes a cada país o grupo de países se señalan en cada caso.

# ANEXO 1

## LISTA DE PAISES QUE CONFORMAN EL ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

CLAVE	PAIS	CLAVE	PAIS
01	Argentina	23	Perú
03	Barbados	24	República Dominicana
04	Bolivia	26	Surinam
05	Brasil	28	Trinidad y Tobago
06	Colombia	29	Uruguay
07	Costa Rica	30	Venezuela
08	Cuba	31	Antigua
09	Chile	35	Antillas Holandesas
11	Ecuador	36	Estados Unidos
12	El Salvador	37	Gran Caimán
14	Guatemala	38	Guadalupe
15	Guyana	39	Guayana Francesa
17	Honduras	41	Islas Vírgenes (USA)
18	Jamaica	42	Martinica
19	México	43	Puerto Rico
20	Nicaragua		
21	Panamá		
22	Paraguay		

**POTENCIA, ENERGIA Y DISTRIBUCION DE WEIBULL**

1. POTENCIA Y ENERGIA DEL VIENTO

La energía cinética del viento se expresa según

$$E = \frac{1}{2} m V^2 \quad (1)$$

donde m es la masa de aire y V la velocidad del viento.

La potencia disponible del viento, en una área A perpendicular al mismo es:

$$P = \frac{1}{2} \rho V^3 A \quad (2)$$

Donde  $\rho$  es la densidad del aire.

Una forma de caracterizar el potencial eólico en un sitio es dando la potencia media por unidad de área

$$\bar{P} = \frac{P}{A} = \frac{1}{2} \rho \bar{V}^3 \quad (3)$$

Donde la barra indica promedio.

Si  $\rho$  está expresado en Kg/m<sup>3</sup> y V en m/seg. entonces  $\bar{P}$  queda expresada en W/m<sup>2</sup>.

Un cálculo como el anterior requiere el conocimiento de la información de velocidades del viento.

En caso de no disponer de dicha información, para calcular  $\bar{P}$  se necesita conocer la distribución de probabilidad de la velocidad de viento p(v). En efecto, conociendo p(v) se tiene:

$$\bar{V} = \int_0^{\infty} V p(v) dv \quad (4)$$

$$\bar{V}^3 = \int_0^{\infty} V^3 p(v) dv \quad (5)$$

También es válido que, aún no conociendo la distribución de probabilidad p(V), pueden obtenerse  $\bar{V}$  y  $\bar{V}^3$  a partir del conocimiento de una serie temporal V(t) (0 ≤ t ≤ T) mediante

$$\bar{V} = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt \quad (6)$$

$$\bar{V}^3 = \frac{1}{T} \int_0^T [V(t)]^3 dt \quad (7)$$

Otra forma de cuantificar el recurso eólico es mediante la determinación de la Energía para un dado período de tiempo.

Para un período anual se dá la energía por unidad de área, haciendo:

$$E(\text{kWh/m}^2) = \frac{8,760}{1,000} \bar{P} = 8.76 \bar{P} \quad (8)$$

y en estas mismas unidades pueden darse los períodos mensual y estacional.

Tanto para la Potencia y Energía, las anteriores fueron las unidades adoptadas para confeccionar los Mapas del Atlas.

Según lo anterior, la forma directa de realizar una evaluación eólica sería mediante el tratamiento de la información básica (datos horarios u otros del viento). Para Latinoamérica y el Caribe lo anterior, aún bajo la hipótesis de disponer la información, hubiese requerido el manejo de un gran volumen de datos. La decisión tomada fue la de suponer como válido que la función de densidad de probabilidad de la velocidad del viento es una de Weibull y de allí determinar las variables eólicas de interés.

## 2. DISTRIBUCION DE WEIBULL

Se sabe que la función de densidad de probabilidad de Weibull, con dos parámetros (caso particular de la Distribución Gamma Generalizada), se ajusta bien a las distribuciones del viento.

Dicha función está dada por

$$p(V) = (k/c) (V/c)^{k-1} \exp [-(V/c)^k] \quad (9)$$

donde  $c$  es el factor de escala (m/seg)  
 $k$  es el factor de forma adimensional

Estos dos factores determinan completamente a la distribución de Weibull y entonces puede determinarse con buena aproximación la potencia, energía y demás variables del problema.

En el trabajo de Justus (18) se presentan varios métodos para calcular estos factores  $c$  y  $k$  a partir de distinto tipo de información climática.

Al disponer en la mayoría de las estaciones de la velocidad media anual se adoptó uno de estos métodos para determinar  $c$  y  $k$  a partir de la misma.

Dicho método supone que  $k$  puede derivarse de  $\bar{V}$  para tres casos de varianzas, a saber:

$$\begin{array}{ll} \text{Varianza:} & \text{baja} \quad k = 1.05 \bar{V}^{1/2} \\ & \text{media} \quad k = 0.94 \bar{V}^{1/2} \\ & \text{alta} \quad k = 0.73 \bar{V}^{1/2} \end{array} \quad [10]$$

Entonces, vale que

$$c = \bar{V} / \Gamma(1 + 1/k) \quad [11]$$

Donde  $\Gamma$  es la función Gamma

$$V^3 = c^3 \Gamma(1 + 3/k) \quad [12]$$

y entonces por [3] se calcula  $\bar{P}$  y  $E$  se determina según [8]

En aquellas estaciones que disponen de  $\bar{V}$  para el período anual, el anterior fue el procedimiento empleado, no obstante, en las estaciones que contienen  $\bar{V}$  mensuales, se calculan la potencia media y energía anuales como promedio y suma de los valores mensuales respectivamente, existiendo alguna diferencia respecto a su determinación a partir de la  $\bar{V}$  anual.

Si bien este método fue el más usado, también se recurrió a otros señalados en (18) y en caso particular se hace referencia a los mismos.

En los mapas del Atlas los resultados presentados son:  $\bar{V}$  anual,  $\bar{P}$ , y  $E$  y  $k$ .

**TABLA 1**

Cálculo de la potencia media ( $P$ ,  $W/m^2$ ) del viento a partir de la velocidad media ( $V$ ,  $m/s$ ) considerando distribuciones de Weibull para tres casos de varianza: alta (A), media (M) y baja (B)

	V	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
A	0.0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
M		0	0	0	1	1	1	2	2	3	4
B		0	0	0	0	1	1	1	2	2	3
A	1.0	10	11	13	14	16	17	19	21	23	25
M		4	5	6	7	8	9	11	12	14	15
B		3	4	5	5	6	7	8	10	11	13
A	2.0		30	33	35	38	41	15	49	53	57
M		17	19	21	22	24	26	29	32	34	37
B		14	16	18	19	21	23	25	28	30	33
A	3.0	61	65	70	74	79	83	89	94	100	105
M		40	44	47	51	54	58	62	67	71	76
B		35	38	41	45	48	51	55	59	64	68
A	4.0	111	118	125	131	138	145	153	161	169	177
M		80	85	91	96	102	107	114	120	127	133
B		72	77	82	86	91	96	102	108	115	121
A	5.0	185	194	203	212	221	230	241	252	264	275
M		140	146	153	159	166	172	182	191	201	210
B		127	133	140	146	153	159	168	177	187	196
A	6.0	286	299	312	324	337	350	364	378	391	405
M		220	231	242	253	264	275	288	304	314	327
B		205	215	225	234	244	254	265	276	287	298
A	7.0	419	435	451	466	482	498	517	536	555	574
M		340	353	366	379	392	405	421	437	453	464
B		309	322	336	349	363	376	391	406	421	436
A	8.0	593	611	630	648	667	685	703	720	738	755
M		485	502	519	536	553	570				
B		451	467	483	498	514	530				
A	9.0	773									
M											
B											



**TABLA 2**

Determinación del factor de forma (k) de Weibull en función de la velocidad media del viento (V) y el tipo de varianza: alta ( $k = 0.73 \bar{V}^{1/2}$ ); media ( $k = 0.94 \bar{V}^{1/2}$ ); baja ( $k = 1.05 \bar{V}^{1/2}$ )

VARIANZA	V	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
ALTA MEDIA BAJA	0.0	0.00 0.00 0.00	0.23 0.30 0.33	0.33 0.42 0.47	0.40 0.51 0.58	0.46 0.59 0.66	0.52 0.66 0.74	0.56 0.73 0.81	0.61 0.79 0.88	0.65 0.84 0.94	0.69 0.89 1.00
ALTA MEDIA BAJA	1.0	0.73 0.94 1.05	0.76 0.98 1.10	0.80 1.03 1.15	0.83 1.07 1.20	0.86 1.11 1.24	0.89 1.15 1.28	0.92 1.19 1.33	0.95 1.22 1.37	0.98 1.26 1.41	1.01 1.30 1.45
ALTA MEDIA BAJA	2.0	1.03 1.33 1.48	1.06 1.36 1.52	1.08 1.39 1.56	1.11 1.42 1.59	1.13 1.46 1.63	1.15 1.49 1.66	1.18 1.52 1.69	1.20 1.54 1.72	1.22 1.57 1.76	1.24 1.60 1.79
ALTA MEDIA BAJA	3.0	1.26 1.63 1.82	1.28 1.66 1.85	1.30 1.68 1.88	1.33 1.71 1.91	1.35 1.73 1.94	1.36 1.76 1.96	1.38 1.78 1.99	1.40 1.81 2.02	1.42 1.83 2.05	1.44 1.86 2.07
ALTA MEDIA BAJA	4.0	1.46 1.88 2.10	1.48 1.90 2.13	1.54 1.93 2.15	1.51 1.95 2.18	1.53 1.97 2.20	1.55 1.99 2.23	1.56 2.02 2.25	1.58 2.04 2.28	1.60 2.06 2.30	1.62 2.08 2.32
ALTA MEDIA BAJA	5.0	1.63 2.10 2.35	1.65 2.12 2.37	1.66 2.14 2.39	1.68 2.16 2.42	1.70 2.18 2.44	1.71 2.20 2.46	1.73 2.22 2.48	1.74 2.24 2.51	1.76 2.26 2.53	1.77 2.28 2.55
ALTA MEDIA BAJA	6.0	1.79 2.30 2.57	1.80 2.32 2.59	1.82 2.34 2.61	1.83 2.36 2.64	1.85 2.38 2.66	1.86 2.40 2.68	1.88 2.41 2.70	1.89 2.43 2.72	1.90 2.45 2.74	1.92 2.47 2.76
ALTA MEDIA BAJA	7.0	1.93 2.49 2.78	1.94 2.50 2.80	1.96 2.52 2.82	1.97 2.54 2.84	1.98 2.56 2.86	2.00 2.57 2.88	2.01 2.59 2.89	2.02 2.61 2.91	2.04 2.62 2.93	2.05 2.64 2.95
ALTA MEDIA BAJA	8.0	2.06 2.66 2.97	2.08 2.68 2.99	2.09 2.69 3.01	2.10 2.71 3.02	2.12 2.72 3.04	2.13 2.74 3.06	2.14 2.76 3.08	2.15 2.77 3.10	2.16 2.79 3.11	2.18 2.80 3.13

**TABLA 3**

Valores del Coeficiente k del Weibull en Función del Cociente de la Desviación Típica ( $\sigma$ ) y la Velocidad Media ( $\bar{V}$ ) del Viento

k	$\sigma/\bar{V}$	k	$\sigma/\bar{V}$	k	$\sigma/\bar{V}$
1.20	0.837	2.65	0.406	4.70	0.245
1.25	0.809	2.70	0.400	4.80	0.239
1.30	0.780	2.75	0.394	4.90	0.234
1.35	0.752	2.80	0.387	5.00	0.229
1.40	0.724	2.85	0.381	5.20	0.222
1.45	0.703	2.90	0.375	5.40	0.215
1.50	0.682	2.95	0.369	5.60	0.208
1.55	0.661	3.00	0.363	5.80	0.201
1.60	0.640	3.05	0.358	6.00	0.194
1.65	0.624	3.10	0.353	6.20	0.189
1.70	0.608	3.15	0.348	6.40	0.184
1.75	0.591	3.20	0.343	6.60	0.178
1.80	0.575	3.25	0.338	6.80	0.173
1.85	0.562	3.30	0.334	7.00	0.168
1.90	0.549	3.35	0.330	7.20	0.164
1.95	0.536	3.40	0.325	7.40	0.160
2.00	0.523	3.45	0.320	7.60	0.156
2.05	0.512	3.50	0.316	7.80	0.152
2.10	0.502	3.60	0.309	8.00	0.148
2.15	0.491	3.70	0.302	8.20	0.145
2.20	0.480	3.80	0.295	8.40	0.142
2.25	0.471	3.90	0.288	8.60	0.139
2.30	0.462	4.00	0.281	8.80	0.136
2.35	0.453	4.10	0.276	9.00	0.133
2.40	0.444	4.20	0.270	9.20	0.130
2.45	0.436	4.30	0.265	9.40	0.128
2.50	0.428	4.40	0.260	9.60	0.125
2.55	0.421	4.50	0.255	9.80	0.123
2.60	0.413	4.60	0.250	10.00	0.120

Fuente: Publicación Documentos OLADE N° 10, Tabla 5, Pág. 85.

## REFERENCIAS

- ( 1 ) OLADE: "Metodología propuesta para el aprovechamiento de la Energía Eólica en América Latina". Buenos Aires, Argentina, 1980.
- ( 2 ) Aiello, J. L.; Valencia F, J.I.; Caldera M. E.; Marciano da Fonseca, L. A.: "Prospección, evaluación y caracterización de la energía eólica". Documentos OLADE N° 10, Quito, Ecuador, 1980.
- ( 3 ) Aiello, J.L.; Valencia F, J.I.; Caldera M, E.; Marciano da Fonseca, L.A.: "Prospect, evaluation and characterization of aeolian Energy". OLADE Document Series N° 10, Quito, Ecuador, 1980.
- ( 4 ) OLADE: "Plan de acción inmediato para la Elaboración del Atlas Eólico de América Latina y El Caribe". Río de Janeiro, Brasil, 1981.
- ( 5 ) Aiello, J.L.; Gómez, V.L.; Valencia F, J.I.; Caldera M.,E.; Egüez, V.E.: "Programa Regional de Energía Eólica de OLADE. Aproximación inicial al Atlas Eólico Latinoamericano y del Caribe, Area: Centroamérica". Serie: Documentos OLADE N° 22, Quito, Ecuador 1981.
- ( 6 ) OLADE: "Informe acerca del Diagnóstico y Metodología a seguir para la elaboración del Atlas Eólico Preliminar de América Latina y el Caribe". Quito, Ecuador, 1981.
- ( 7 ) Borja, M.A.; Caldera, E.; Saldaña, R.: "Manual de Meteorología Eólica". Publicación en preparación. OLADE, Quito, Ecuador.
- ( 8 ) Borja, M.A.; Caldera, E.; Saldaña, R.: "Guía de diseño, habilitación y operación de estaciones móviles de climatología eólica". Publicación en preparación. OLADE. Quito, Ecuador.
- ( 9 ) Zárate, A.: "Cartas de frecuencia, velocidad media, dirección y velocidad máxima del viento". Instituto Nacional de Electrificación Rural. La Paz, Bolivia. 1980.
- (10) Chitty, A.: "Compendio de información eólica de Venezuela 1981". Dirección de Electricidad, Carbón y otras energías. Ministerio de Energía y Minas. Caracas, Venezuela. 1981.
- (11) Llenas, A.: "Atlas eólico de República Dominicana". Documento en preparación. Comisión Nacional de Política Energética. Santo Domingo, República Dominicana.
- (12) Aiello, J.L. y Brizuela, A.B.: "Aspectos acerca de una evaluación eólica preliminar de la Argentina", a publicarse en Revista Meteorológica. Buenos Aires, Argentina. 1983.
- (13) Brizuela, A.B.: "Evaluación preliminar del recurso eólico en Argentina". Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales. Centro Espacial San Miguel, Argentina. 1982.
- (14) CONSULPUC. "Atlas do levantamento preliminar do Potencial Eólico Nacional" ELETROBRAS. Río de Janeiro. Brasil. 1982.
- (15) Caribbean Meteorological Institute. Wind Resource Assesment Project. Barbados. 1982.
- (16) Cornejo, A.: "Estudio resumen de la velocidad el viento en el Departamento de Piura". ITINTEC. Lima, Perú. 1982.
- (17) Aiello, J.L.: "Informe a OLADE". Sin publicar. 1981.
- (18) Justus, C.G.: "Winds and wind system performance". The Franklin Institute Press K/I. 0078. Philadelphia. 1978.

## SIMBOLOS

### 1. CUADRO DE LA "RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO"

Columna 3:	TIPO	Clase de estación meteorológica
	S	Sinóptica
	C	Climatológica
	A	Aeronáutica (de aeropuerto).

### 2. CUADRO DE "CARACTERIZACION DEL VIENTO"

V	Velocidad media del viento en m/s
P	Potencia media del viento en W/m <sup>2</sup>
E	Energía total del viento en kwh/m <sup>2</sup>
k	Factor de forma de la distribución de Weibull (adimensional)
V24	Velocidad media de 24 valores diarios
VR	Velocidad media del recorrido mensual total del viento
V3	Velocidad media de valores tridiurnos
V24 TODAS	Velocidad de 24 valores diarios de todas las estaciones del país.
VA	Varianza alta
VM	Varianza media
VB	Varianza baja.

## SIGLAS UTILIZADAS

— CMI	Caribbean Meteorological Institute - Barbados.
— CNIE	Comisión Nacional de Investigaciones Espaciales - Argentina.
— CONSULPUC	Consultoría Pontificia Universidad Católica - Río de Janeiro - Brasil.
— ELETROBRAS	Centrais Eletricas Brasileiras.
— GAEE	Grupo Asesor de Energía Eólica - OLADE.
— HIMAT	Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - Colombia.
— ICE	Instituto Costarricense de Electricidad - Costa Rica.
— IIE	Instituto de Investigaciones Eléctricas - México.
— INAMHI	Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología - Ecuador.
— INECEL	Instituto Ecuatoriano de Electrificación - Ecuador.
— INER	Instituto Nacional de Electrificación Rural - Bolivia.
— IRHE	Instituto de Recursos Hidráulicos y Electrificación - Panamá.
— ITINTEC	Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas - Perú.
— OEA	Organización de Estados Americanos.
— OLADE	Organización Latinoamericana de Energía.
— OMM	Organización Meteorológica Mundial.
— PRDCYT	Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico - OEA.
— SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - Perú.

**ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE  
AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

VOLUMEN III

**NORTE Y NOROESTE DE AMERICA DEL SUR**

# ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

## VOLUMEN III

PAIS: COLOMBIA

CLAVE: 06

### 1. FUENTES Y TIPO DE INFORMACION

#### 1.1 REDES DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO

1.1.1 Listado de estaciones según el cuestionario de OLADE suministrado por el Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras —HIMAT—.

1.1.2 La información es oficial y congruente en todas sus partes.

#### 1.2 DATOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO

1.2.1 Velocidad media mensual y anual de 25 estaciones.

#### 1.3 COMENTARIOS

1.3.1 La información analizada proviene de una selección de estaciones.

### 2. CARACTERISTICAS Y NATURALEZA DE LOS DATOS DEL VIENTO

#### 2.1 PERIODO CUBIERTO POR LOS DATOS

2.1.1 El período de observaciones es sumamente variable, como puede verse en el cuadro respectivo. Hay estaciones cuyos datos cubren un período de 30 años y otros solamente 3 años.

#### 2.2 ALTURA DE INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION

2.2.1 Todas las estaciones tienen los sensores instalados a 10 metros.

#### 2.3 HORARIO DE OBSERVACIONES

2.3.1 Para las 25 estaciones se dispone de lecturas horarias.

#### 2.4 PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE LOS VALORES PROMEDIOS DE $\bar{V}$

2.4.1 Los valores promedios de velocidades mensual son calculados con base en 14 y 24 lecturas diarias.

#### 2.5 COMENTARIOS

2.5.1 Se procedió a una selección de estaciones (ver 1.3.1) con el objeto de conseguir una relativa homogeneidad de los datos en lo que respecta a la altura de los sensores, al horario de observaciones y al procesamiento de los valores medios.

2.5.2 La homogeneidad no se extiende a los períodos de observación (2.1.1).

### 3. CARACTERIZACION DEL VIENTO

#### 3.1 PARAMETROS DE FORMA $k$ DE LA DISTRIBUCION DE WEIBULL.

3.1.1 El parámetro de forma  $k$  se obtuvo con la  $\bar{V}$  y el tipo de varianza asignado según 3.2.1.

### 3.2 CALIFICACION DE LA VARIANZA DEL SITIO SEGUN LOS CRITERIOS DE JUSTUS

- 3.2.1 De modo general la varianza se asignó de acuerdo a un rango de velocidades: alta hasta 4 m/s y media sobre dicho valor.
- 3.2.2 Las excepciones se dan en la región amazónica y en la región costanera atlántica a algunas de cuyas estaciones se asignó varianza baja, juzgando por los resultados del análisis energético del viento en los países vecinos.

### 3.3 DETERMINACION DE POTENCIAS Y ENERGIA

- 3.3.1 La potencia se determinó con la  $\bar{V}$  y el tipo de varianza asignada, en la tabla de  $\bar{V}$  vs  $\bar{P}$ . La energía se derivó directamente de la  $\bar{P}$  así obtenida.

### 3.4 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- 3.4.1 La selección de estaciones aludida en 1.3.1 y 2.5.1, que limitó a 25 el número de estaciones analizadas, dio como resultado una cobertura de muy baja densidad.

## 4. CRITICA SOBRE LOS RESULTADOS NUMERICOS OBTENIDOS

- 4.1 En general, los resultados del análisis de caracterización del viento son congruentes dentro del país mismo y aún en relación con los circundantes.
- 4.2 Por su parte, la isla San Andrés, en el Caribe, comparte las características de esa zona.

## 5. EVALUACION CUALITATIVA DEL RESULTADO FINAL

- 5.1 A pesar de lo escasa que es la información, el análisis señala unos cuantos sitios cuyo potencial eólico supera los 1.200 kWh/m<sup>2</sup> año.

## 6. OTRAS OBSERVACIONES

- 6.1 Se aplicó el programa ESTU (1) al análisis de los promedios horarios y tridiurnos de la Isla San Andrés con el objeto de buscar la relación existente entre aquellos.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 7.1 La selección de 25 estaciones redujo considerablemente las posibilidades de llegar a conclusiones más definitivas. Se conoce que hay muchas más estaciones de medición de viento cuyos datos están procesándose, lo cual permitirá un conocimiento más detallado de las características eólicas del país.

## ANEXOS

- Red de estaciones de medición del viento en superficie.
- Caracterización del viento de superficie.
- Mapa III.

## 9. RECONOCIMIENTOS

Al Instituto Colombiano de Hidrología, Meteorología y Adecuación de Tierras - HIMAT.



## ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS COLOMBIA

CODIGO 06

PAG. 1 / 1

NUMERO DE ESTACIONES 25

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTIMETRIA DEL ESTACION (m)	PERIODO DE OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
-								
Cartagena	021	S	N 1027	7531	1	10	72-75	
Magangue	022	S	N 0916	7449	18	10	54-77	
Manizales	031	S	N 0502	7528	2080	10	69-78	
Popayan	032	S	N 0228	7635	1730	10	52-76	
Valledupar	034	S	N 1026	7315	138	10	70-77	
Bogotá	036	S	N 0442	7409	2546	10	59-77	Aerológica
Neiva	049	S	N 0258	7518	439	10	64-77	
Santa Marta	055	S	N 1108	7414	4	10	53-76	
Villavicencio	060	S	N 0410	7337	423	10	45-76	
Pasto	067	S	N 0125	7716	1796	10	58-77	
Tumaco	068	S	N 0134	7841	16	10	70-77	Aerológica
Cúcuta	071	S	N 0756	7231	250	10	45-76	
Pereira	075	S	N 0453	7544	1342	10	48-76	
Corozal	085	S	N 0920	7517	166	10	51-76	
Ibague	087	S	N 0426	7509	928	10	71-77	
La Línea	089	S	N 0430	7534	3264	10	45-75	
Cali	093	S	N 0326	7624	930	10	51-70	
Leticia	099	S	S 0409	6957	84	10	70-77	
Puerto Carreño	104	S	N 0611	6729	50	10	72-77	
Gaviotas	105	S	N 0433	7055	171	10	72-77	Aerológica
San Andres	112	S	N 1235	8143	1	10	59-78	Aerológica
Arauca	113	S	N 0704	7044	128	10	51-77	
Mitu	114	S	N 0108	7001	207	10	71-75	
Ipiales	115	S	N 0049	7738	2961	10	71-77	
Girardot	116	S	N 0417	7448	286	10	51-75	





## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: COLOMBIA      CODIGO: 006      PAG: 1 / 3      NUMERO DE ESTACIONES: 25

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA- METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE																			
CARTAGENA	021	V	3.0	2.6	3.6		3.9	2.4	2.1		2.3	2.1	1.0		2.2	1.9	2.8		2.5	V 24
		P	35	25	55		68	21	16		19	16	8		18	13	30		27	
		E	26	17	41		49	16	12		14	12	6		13	9	22		237	
		K	1.82	1.69	1.99		2.07	1.63	1.52		1.59	1.52	1.69		1.56	1.45	1.76		1.69	VB
MAGANGUE	022	V	2.2	2.5	2.5		2.4	1.7	1.5		1.7	1.6	1.5		1.5	1.5	1.6		1.9	V 24
		P	21	26	26		24	12	9		12	11	9		9	9	11		15	
		E	16	17	19		17	9	6		9	8	6		7	6	8		128	
		K	1.39	1.49	1.49		1.45	1.22	1.15		1.22	1.19	1.15		1.15	1.15	1.19		1.27	VM
MANIZALES	031	V	2.2	2.1	1.9		1.7	1.6	1.6		1.9	1.8	1.4		1.6	1.6	1.9		1.8	V 24
		P	33	30	25		21	19	19		25	23	16		19	19	25		23	
		E	24	20	19		15	14	14		19	17	12		14	14	19		201	
		K	1.08	1.06	1.01		0.95	0.92	0.92		1.01	0.98	0.86		0.92	0.92	1.01		0.97	VA
POPAYAN	032	V	1.4	1.6	1.7		1.6	1.4	1.6		2.1	2.1	1.7		1.4	1.2	1.3		1.6	V 24
		P	16	19	21		19	16	19		30	30	21		16	13	14		20	
		E	12	13	16		14	12	14		22	22	15		12	9	10		171	
		K	0.86	0.92	0.95		0.92	0.86	0.92		1.06	1.06	0.95		0.86	0.80	0.83		0.92	VA
VALLEDUPAR	034	V	6.9	7.2	6.9		5.4	4.1	3.9		4.6	3.7	3.2		2.5	4.4	6.5		4.9	V 24
		P	327	366	327		166	85	76		114	67	47		26	102	275		165	
		E	243	246	243		120	63	50		85	50	34		19	73	205		1431	
		K	2.47	2.52	2.47		2.18	1.90	1.86		2.02	1.81	1.68		1.49	1.97	2.40		2.06	VM
BOGOTA	036	V	2.1	2.3	2.2		2.2	2.3	2.4		2.9	2.6	2.6		2.1	2.0	2.5		2.3	V 24
		P	30	35	33		33	35	16		25	45	45		30	27	41		33	
		E	22	24	24		24	26	12		19	33	32		22	19	30		287	
		K	1.06	1.11	1.08		1.08	1.11	1.13		1.24	1.18	1.18		1.06	1.03	1.15		1.11	VA
NEIVA	049	V	0.8	1.1	1.1		1.2	1.5	1.7		2.5	2.2	2.1		1.3	1.1	0.9		1.5	V 24
		P	8	11	11		13	17	21		41	33	30		14	11	9		18	
		E	6	7	8		9	13	15		30	24	22		10	8	7		159	
		K	0.65	0.76	0.76		0.80	0.89	0.95		1.15	1.08	1.05		0.83	0.76	0.69		0.87	VA
SANTA MARTA	055	V	4.1	4.5	4.8		4.6	4.2	3.4		3.4	3.3	3.5		3.3	3.0	3.6		3.8	V 24
		P	85	107	127		114	91	54		54	51	58		54	40	62		75	
		E	63	72	94		82	68	36		40	38	42		40	29	46		650	
		K	1.90	1.99	2.06		2.02	1.93	1.73		1.73	1.71	1.76		1.71	1.63	1.78		1.83	VM
VILLAVICENCIO	060	V	1.2	1.3	1.2		1.0	0.8	0.8		0.7	0.8	0.9		1.0	1.0	1.0		1.0	V 24
		P	6	7	6		4	3	3		2	3	4		4	4	4		4	
		E	4	5	4		3	2	2		1	2	3		3	3	3		35	
		K	1.03	1.07	1.03		0.94	0.84	0.84		0.79	0.84	0.89		0.94	0.94	0.94		0.92	VM
PASTO	057	V	2.4	2.5	2.5		2.2	2.3	2.9		3.6	3.6	3.4		2.4	2.1	2.2		2.7	V 24
		P	24	26	26		21	22	37		62	62	54		24	19	21		33	
		E	18	17	19		15	16	27		46	46	39		18	14	16		291	
		K	1.46	1.49	1.49		1.39	1.42	1.60		1.78	1.78	1.73		1.46	1.36	1.39		1.53	VM
TUMACO	058	V	1.0	1.0	1.0		1.1	1.5	1.3		1.5	1.0	1.4		1.5	1.2	1.1		1.2	V 24
		P	10	10	10		11	17	14		17	10	16		17	13	11		13	
		E	7	7	7		8	13	10		13	7	12		13	9	8		114	
		K	0.73	0.73	0.73		0.76	0.89	0.83		0.89	0.73	0.86		0.89	0.80	0.70		0.80	VA

(V, velocidad media, m/s; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

**ATLAS EOLICO REGIONAL**  
**CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE**

PAIS : COLOMBIA CODIGO 06 PAG 2 / 3 NUMERO DE ESTACIONES 25

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																		
CUCUTA	071	V	3.3	3.3	3.4		3.5	4.7	6.5		7.2	6.4	5.6		3.9	3.1	3.1		4.5	V 24
		P	74	74	79		83	120	275		366	264	182		105	65	65		146	
		E	55	50	59		60	89	198		272	196	131		78	47	48		1283	
		K	1.33	1.33	1.35		1.36	2.04	2.40		2.52	2.38	2.22		1.44	1.28	1.28		1.74	VA ( ) VM
PEREIRA	075	V	1.9	2.0	1.9		1.8	1.9	1.7		1.8	2.1	1.5		1.9	1.9	1.9		1.9	V 24
		P	25	27	25		23	25	21		23	30	17		25	25	25		24	
		E	19	18	19		16	19	15		17	22	12		19	18	19		213	
		K	1.01	1.03	1.01		0.98	1.01	0.95		0.98	1.06	0.89		1.01	1.01	1.01		1.00	VA
COROZAL	085	V	3.1	3.2	3.4		3.1	2.2	1.9		2.3	2.3	2.3		2.7	2.1	2.4		2.5	V 24
		P	65	70	79		65	33	25		35	35	35		49	30	38		47	
		E	48	47	59		47	24	18		26	26	25		35	22	28		406	
		K	1.28	1.30	1.35		1.28	1.08	1.01		1.11	1.11	1.11		1.20	1.05	1.13		1.17	VA
IBAGUE	087	V	2.1	2.2	2.2		2.1	1.9	2.6		3.6	3.4	2.9		2.7	2.6	3.1		2.6	V 24
		P	30	33	33		30	25	45		89	79	57		49	45	65		48	
		E	22	22	24		22	19	32		66	59	41		36	32	48		423	
		K	1.06	1.06	1.08		1.06	1.01	1.18		1.38	1.35	1.24		1.20	1.18	1.28		1.18	VA
LA LINEA	089	V	5.5	5.2	4.9		5.1	5.6	7.0		8.8	8.5	7.3		4.0	3.3	4.7		5.8	V 24
		P	172	153	133		146	182	340		621	570	379		80	51	120		246	
		E	128	103	99		105	135	245		452	424	273		60	37	89		2160	
		K	2.20	2.14	2.08		2.12	2.22	2.49		2.79	2.74	2.54		1.88	1.71	2.04		2.24	VM
CALI	093	V	2.6	3.0	3.2		3.0	2.7	2.0		2.7	2.8	3.0		3.0	2.7	2.6		2.8	V 24
		P	53	61	49		61	49	27		49	53	61		61	49	45		52	
		E	39	41	36		44	36	19		36	39	44		45	35	33		447	
		K	1.22	1.26	1.30		1.30	1.20	1.03		1.20	1.22	1.26		1.26	1.20	1.18		1.22	VA
LETICIA	099	V	1.2	1.2	0.1		1.2	1.0	0.1		1.0	1.0	1.2		1.1	1.0	1.7		1.0	V 24
		P	5	5	0		5	3	0		3	3	5		4	3	10		4	
		E	4	3	0		4	2	0		2	2	4		3	2	7		33	
		K	1.15	1.15	0.33		1.15	0.33	0.33		1.05	1.05	1.15		1.10	1.05	1.37		0.91	VB
PUERTO CARRENO	104	V	3.7	3.1	2.9		3.0	2.3	2.3		2.2	2.1	2.0		2.3	2.3	2.6		2.5	V 24
		P	94	65	57		61	35	35		33	30	61		35	35	45		49	
		E	70	34	42		44	26	25		24	22	44		26	25	33		415	
		K	1.40	1.28	1.24		1.26	1.11	1.11		1.08	1.06	1.03		1.11	1.11	1.18		1.16	VA
GAVIOTAS	105	V	3.0	2.4	2.0		2.0	1.8	1.2		1.4	1.5	1.5		1.5	2.6	2.2		1.9	V 24
		P	35	21	14		14	11	5		6	7	7		7	25	18		14	
		E	25	14	10		10	8	4		4	5	5		5	18	13		122	
		K	1.82	1.63	1.48		1.48	1.41	1.15		1.24	1.28	1.28		1.28	1.69	1.56		1.45	VB
SAN ANDRES	112	V	7.5	6.5	6.1		5.8	5.5	5.9		7.6	6.0	4.5		4.1	6.2	7.6		6.1	V 24
		P	376	254	215		187	159	196		391	205	96		77	225	391		232	
		E	280	171	160		135	118	141		291	152	69		57	162	290		2026	
		K	2.88	2.68	2.59		2.53	2.46	2.55		2.89	2.57	2.23		2.13	2.61	2.89		2.58	VB
ARAUCA	113	V	3.4	3.0	2.7		2.1	1.6	1.6		1.5	1.4	1.3		1.2	1.7	1.9		1.8	V 24
		P	48	35	28		16	8	8		7	6	5		5	10	13		16	
		E	36	24	21		12	6	6		5	4	4		4	7	10		139	
		K	1.63	1.48	1.37		1.52	1.33	1.33		1.28	1.24	1.20		1.15	1.37	1.45		1.36	b

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)



# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: COLOMBIA

CODIGO 05

PAG 3 / 3

NUMERO DE ESTACIONES 25

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	OTONO	AÑO	OBSERVACIONES	
NOMBRE	CLAVE OLADE																				
MITU	114	V	1.7	1.7	3.1		1.9	1.0	0.8		1.0	0.8	0.8		0.8	0.7	1.0		1.3	V 24	
		P	10	10	38		13	3	2		3	2	2		2	2	3		7		
		E	7	7	28		9	2	1		2	1	1		1	1	2		62		
		K	1.37	1.37	1.85		1.45	1.05	0.94		1.05	0.94	0.94		0.94	1.37	1.05		1.19	VB	
IPIALES	115	V	2.4	2.0	2.4		2.3	3.3	3.5		3.1	2.9	2.8		2.4	2.0	2.2		2.6	V 24	
		P	38	27	38		35	51	58		44	57	53		38	27	33		42		
		E	28	18	28		25	38	42		33	42	38		28	19	24		363		
		K	1.13	1.03	1.13		1.11	1.33	1.36		1.28	1.24	1.22		1.13	1.03	1.08		1.17	VA	
GIRARDOT	116	V	2.1	2.3	1.9		1.5	1.3	1.2		1.8	2.2	2.1		1.8	1.7	1.9		1.8	V 24	
		P	30	35	25		17	14	13		23	33	30		23	21	25		24		
		E	22	24	19		12	10	9		17	24	21		17	15	19		209		
		K	1.05	1.11	1.01		0.89	0.83	0.80		0.98	1.08	1.05		0.98	0.95	1.01		0.98	VA	
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

# ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

## VOLUMEN III

PAIS: ECUADOR

CLAVE: 11

### 1. FUENTES Y TIPO DE INFORMACION

#### 1.1 REDES DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO

- 1.1.1 Listado de estaciones según el cuestionario de OLADE suministrado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- 1.1.2 Anuarios Meteorológicos del INAMHI (2).
- 1.1.3 Registro de estaciones meteorológicas de INECEL (Instituto Ecuatoriano de Electrificación).
- 1.1.4 La información es oficial y congruente en todas sus partes.

#### 1.2 DATOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO

- 1.2.1 Anuarios Meteorológicos de INAMHI (2).
- 1.2.2 Copias de registros originales de 4 estaciones anemográficas (INAMHI).
- 1.2.3 Datos de recorrido del viento de 10 estaciones (INAMHI).
- 1.2.4 Resultado del procesamiento de datos de 20 estaciones (INECEL), incluyendo una anemográfica.
- 1.2.5 Las fuentes señaladas proporcionan tres tipos de información: a) medias mensuales de 24 valores; b) medias mensuales de recorrido del viento; c) medias mensuales de 3 observaciones diarias.

#### 1.3 COMENTARIOS

La información descrita en 1.2 es confiable y cubre aproximadamente  $\frac{2}{3}$  del territorio continental del Ecuador y su territorio insular.

### 2. CARACTERISTICAS Y NATURALEZA DE LOS DATOS DEL VIENTO

#### 2.1 PERIODO CUBIERTO POR LOS DATOS.

- 2.1.1 21 estaciones con observaciones dentro de la década 1971 - 1980.
- 2.1.2 Las restantes 9 estaciones cubren aproximadamente un período de 10 años entre 1964 - 1975.
- 2.1.3 Lo anterior da cierto grado de homogeneidad temporal a las series de datos.

#### 2.2 ALTURA DE INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION

- 2.2.1 15 estaciones de 8 - 10 m.
- 2.2.2 16 estaciones a 6 m.
- 2.2.3 La velocidad media de las estaciones 2.2.2 se redujo a la altura tipo de 10 m aplicándoles un factor de 1.3 con excepción de las estaciones insulares.

#### 2.3 HORARIO DE OBSERVACIONES

- 2.3.1 Las 5 estaciones anemográficas poseen valores horarios medios mensuales.

2.3.2 Las 20 estaciones que registran el recorrido del viento disponen de un solo valor mensual.

2.3.3 5 estaciones realizan 3 observaciones diarias (0700, 1300 y 1900 horas).

2.3.4 Se aceptó esta falta de homogeneidad en el modo de obtener la información.

#### 2.4 PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE LOS VALORES PROMEDIOS DE $\bar{V}$

2.4.1 Para las estaciones anemográficas el valor diario de la velocidad del viento es el promedio de los 24 valores horarios, tomando a la calma como velocidad cero.

2.4.2 Para las estaciones que totalizan el recorrido del viento, la velocidad media es el cociente del recorrido total del viento en un mes para el número de horas del mes (Km/h). La calma se totaliza como velocidad cero.

2.4.3 Para las estaciones con observaciones tridiurnas, la velocidad media es el promedio de dichas observaciones.

#### 2.5 COMENTARIOS

Si en cierto modo hay homogeneidad en el nivel de observación (por instalación a la altura normal o por aplicación de una corrección), y en los períodos cubiertos por datos, no la hay en lo que respecta a la obtención de los valores medios que se dan tal como fueron calculados en base a su origen.

### 3. CARACTERIZACION DEL VIENTO

#### 3.1 PARAMETRO DE FORMA k DE LA DISTRIBUCION DE WEIBULL

INECEL determinó, por cálculo, el valor del parámetro de forma k de Weibull para las 5 estaciones anemográficas, a base de la velocidad y la desviación típica. Esta determinación cubrió las tres regiones naturales continentales del país pero no su territorio insular.

#### 3.2 CALIFICACION DE LA VARIANZA DEL SITIO SEGUN LOS CRITERIOS DE JUSTUS

De la misma fuente 1.2.4 se obtuvieron los valores de potencia media mensual lo que permitió, mediante el uso de tablas de  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$  para tres casos de varianza, determinar esta para los sitios que disponían de k. La asignación de la varianza para los restantes lugares del país en su área continental se hizo por inducción de sus características en comparación con los sitios cuya varianza ya se conocía. Para la región insular se supuso varianza baja.

#### 3.3 DETERMINACION DE POTENCIA Y ENERGIA

La varianza anual determinada según 3.2 se consideró válida para la caracterización de los parámetros  $\bar{P}$ , E y k mensuales, cuyos valores constan en la tabla pertinente.

#### 3.4 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

La asignación de la varianza de los diferentes sitios a base de la determinación de k para un tercio de las estaciones utilizadas y su extensión a sitios de características similares es un procedimiento que, a no dudarlo, amerita su validez en concordancia con la disponibilidad del parámetro  $\bar{V}$  anual y mensual como dato de base.

### 4. CRITICA SOBRE LOS RESULTADOS NUMERICOS OBTENIDOS

La regionalización de los valores puntuales de potencia y energía resulta clara tanto desde el punto de vista de las características de la circulación (alisios de fuerza ya debilitada al oriente del país) como de las influencias locales en la zona de los Andes, en donde destacan los lugares de buen potencial eólico. Las características de la región insular resultan también de su peculiar situación en el centro mismo de la zona de calmas del mundo.

## 5. EVALUACION CUALITATIVA DEL RESULTADO FINAL

- 5.1 Se aprecia que en general, los datos obtenidos de las estaciones consideradas en este estudio, no son representativas, salvo dos sitios, de las condiciones energéticas del viento que pueden encontrarse en el país.

## 6. OTRAS OBSERVACIONES

- 6.1 Se carece de información anemográfica de las regiones costeras del país, donde los datos disponibles de estaciones climatológicas muestran un marcado patrón diario, ocasionado por brisas de mar.

## 7. CONCLUSIONES

- 7.1 Se considera que el país, dada su orografía, puede presentar varias zonas de potencial eólico interesante, por lo que se recomendaría establecer un programa de evaluaciones energéticas en zonas de interés.

## ANEXOS

- Red de Estaciones de medición del viento en superficie.
- Caracterización del viento de superficie.
- Mapa III - Norte y Noroeste de América del Sur.

## RECONOCIMIENTO

- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).
- Instituto Ecuatoriano de Electrificación (INECEL).



# ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: ECUADOR

CODIGO 11

PAG. 1/1

NUMERO DE ESTACIONES 50

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTURA DEL SENSOR (m)	PERIODO DE OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
IZOBANBA	003	S	S 0022	7833	3058	10	71-80	
INGUINCHO	004	C	N 0015	7824	3380	10	79-80	
PORTOVIEJO	005	S	S 0104	8026	44	10	71-80	
PICHILINGUE	006	S	S 0106	7929	73	10	71-80	
EL PUYO	008	S	S 0135	7754	950	10	71-80	
RUMIPAMBA	009	C	S 0101	7835	2628	10	79-80	
SAN LORENZO	011	C	N 0117	7851	5	6	65-74	
MILAGRO	012	C	S 0209	7936	13	6	64-76	
PASAJE	013	C	S 0319	7956	6	6	66-75	
AMBATO	014	C	S 0117	7838	2540	6	64-76	
LOJA	018	C	S 0400	7912	2135	8	67-76	
VINDOBONA	019	C	0000	7824	-	6	78-80	
PUERTO ILA	022	C	S 0023	7933	260	6	64-71	
LA CONCORDIA	023	C	N 0006	7925	300	6	74-75	
LA NARANJA	024	C	S 0122	8028	528	6	64-76	
SAN SIMON	025	C	S 0139	7859	2600	6	70-76	
BABAHOYO	026	C	S 0149	7933	7	6	72-73	
PACHIJAL MASHPI	032	C	N 0011	7857	560	8	76-80	
LA VINA DE CHESPI	036	C	N 0007	7832	1490	8	78-80	
SAN RAFAEL	041	C	N 0005	7734	1330	8	76-80	
EL CHACO	042	C	S 0020	7740	1640	8	77-80	
RIO SALADO	043	C	S 0010	7739	1310	8	77-80	
PATIO DE MANIOBRAS	044	C	S 0234	7831	1760	8	75-80	
PISAYAMBO	045	C	S 0104	7825	3615	8	76-80	
MINAS DE HUASCACHACA	046	C	S 0320	7925	1020	10	77-81	
SEYMOUR	105	S	S 0027	9017	6	6	71-80	
CHARLES DARWIN	103	C	S 0044	9018	6	6	71-80	
EL PROGRESO	106	C	S 0054	8934	250	6	71-80	
PUERTO BAQUERIZO	104	S	S 0054	8947	6	6	71-80	
PUERTO VILLAMIL	107	C	S 0056	9101	6	6	71-80	



## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: ECUADOR      CODIGO: 11      PAG: 1 / 3      NUMERO DE ESTACIONES: 30

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																		
IZOBAMBA	003	V	2.1	1.9	2.0		2.1	2.2	2.5		3.2	3.0	2.7		2.1	1.9	2.1		2.3	V 24
		P	30	25	27		30	33	41		70	61	49		30	25	30		37	
		E	22	16	20		21	24	29		52	45	35		22	18	22		326	
		K	1.05	1.00	1.03		1.05	1.08	1.15		1.30	1.26	1.19		1.05	1.00	1.05		1.10	VA
INGUINCHO	004	V	1.6	3.0	2.6		2.4	2.4	3.0		3.4	3.2	2.8		1.4	2.4	2.6		2.6	V R
		P	19	61	45		38	38	61		79	70	53		16	38	45		46	
		E	14	40	33		27	28	43		58	52	38		11	27	33		404	
		K	0.92	1.26	1.17		1.13	1.13	1.26		1.34	1.30	1.22		0.86	1.13	1.17		1.16	VA
PORTOVIEJO	005	V	1.8	1.4	1.4		1.4	1.7	1.7		1.9	1.9	2.0		2.0	2.0	1.9		1.8	V 24
		P	23	16	16		16	21	21		25	25	27		27	27	25		22	
		E	17	10	11		11	15	15		18	18	19		20	19	18		191	
		K	0.97	0.86	0.86		0.86	0.95	0.95		1.00	1.00	1.03		1.03	1.03	1.00		0.96	VA
PICHILINGUE	006	V	1.2	1.2	1.2		1.1	1.0	1.0		1.1	1.2	1.2		1.4	1.4	1.4		1.2	V 24
		P	13	13	13		11	10	10		11	13	13		16	16	16		13	
		E	10	8	10		7	7	7		8	9	9		12	12	12		111	
		K	0.79	0.79	0.79		0.76	0.73	0.73		0.76	0.79	0.79		0.86	0.86	0.86		0.79	VA
EL PUYO	008	V	0.8	0.9	0.8		0.9	0.8	0.9		0.9	0.9	0.9		1.0	0.9	0.9		0.9	V 24
		P	2	3	2		3	2	3		3	3	3		3	3	3		3	
		E	1	2	1		2	1	2		2	2	2		2	2	2		21	
		K	0.94	1.00	0.94		1.00	0.94	1.00		1.00	1.00	1.00		1.05	1.00	1.00		0.99	VB
RUMIPAMBA	009	V	1.2	1.1	1.1		1.0	1.0	1.2		1.4	1.4	1.1		1.5	1.5	1.6		1.2	V R
		P	13	11	11		10	10	13		16	16	11		17	17	19		14	
		E	10	7	8		7	7	9		12	12	8		13	12	14		119	
		K	0.79	0.76	0.76		0.73	0.73	0.79		0.86	0.86	0.76		0.89	0.89	0.92		0.81	VA
SAN LORENZO	011	V	0.8	0.8	0.8		0.9	0.8	0.6		0.6	0.6	0.6		0.6	0.6	0.8		0.8	V k
		P	8	8	8		9	8	6		6	6	6		6	6	8		7	
		E	6	5	6		6	6	4		4	4	4		4	4	6		59	
		K	0.65	0.65	0.65		0.69	0.65	0.56		0.56	0.56	0.56		0.56	0.56	0.65		0.61	VA
MILAGRO	012	V	1.2	1.0	1.0		1.0	1.2	1.0		1.4	1.6	1.7		1.7	1.7	1.4		1.3	V R
		P	13	10	10		10	13	10		16	19	21		21	21	16		15	
		E	10	7	7		7	10	7		12	14	15		16	15	12		132	
		K	0.79	0.73	0.73		0.73	0.79	0.73		0.86	0.92	0.95		0.95	0.95	0.85		0.83	VA
PASAJE	013	V	1.3	1.4	1.3		1.3	1.2	1.0		0.8	0.8	0.9		0.8	0.9	1.0		1.0	V k
		P	14	16	14		14	13	10		8	8	9		8	9	10		11	
		E	10	11	10		10	9	7		6	6	6		6	6	7		94	
		K	0.83	0.86	0.83		0.83	0.79	0.73		0.65	0.65	0.69		0.65	0.69	0.73		0.74	VA
AMBATO	014	V	1.4	1.6	1.4		2.6	1.3	1.0		1.4	1.4	1.3		2.5	1.7	1.0		1.6	V R
		P	16	19	16		45	14	10		16	16	14		41	21	10		20	
		E	12	13	12		32	10	7		12	12	10		30	15	7		172	
		K	0.86	0.92	0.85		1.17	0.83	0.73		0.85	0.86	0.83		1.15	0.95	0.73		0.90	VA
LOJA	018	V	1.6	1.4	1.2		1.6	1.7	1.9		2.7	2.3	2.1		1.8	1.6	1.8		1.8	V k
		P	19	16	13		19	21	25		49	35	30		23	19	23		24	
		E	14	10	9		13	15	18		36	26	21		17	13	17		209	
		K	0.92	0.86	0.79		0.92	0.95	1.00		1.19	1.10	1.05		0.97	0.92	0.97		0.97	VA

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, kWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)





## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS : ECUADOR CODIGO 11 PAG 3 / 3 NUMERO DE ESTACIONES 30

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES	
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																			
PATIO DE MANIOBRAS	044	V	1.7	1.6	1.7		1.6	1.7	1.9		1.9	2.0	2.1		2.1	2.0	1.9		1.8	V R	
		P	10	8	10		8	10	13		13	14	16		16	14	13		12		
		E	7	5	7		6	7	9		10	10	12		12	10	10		105		
		K	1.37	1.33	1.37		1.33	1.37	1.45		1.45	1.48	1.52		1.52	1.48	1.45		1.43		VB
PISAYAMBO	045	V	5.0	4.5	4.9		3.9	5.0	5.8		6.3	5.8	5.4		4.4	4.5	5.0		5.0	V R	
		P	140	107	133		76	140	201		253	201	166		102	107	140		140		
		E	104	71	98		54	104	144		188	149	119		75	77	104		1226		
		K	2.10	1.99	2.08		1.85	2.10	2.26		2.35	2.25	2.18		1.97	1.99	2.10		2.10		VM
MINAS DE HUASCACHACA	046	V	5.9	5.9	5.6		5.5	5.3	6.1		6.9	7.1	6.5		6.1	6.0	5.1		6.1	V 24	
		P	210	210	182		172	159	231		327	353	275		231	220	231		233		
		E	156	141	135		123	118	166		243	262	198		171	158	171		2042		
		K	2.28	2.28	2.22		2.20	2.16	2.32		2.46	2.50	2.39		2.32	2.30	2.32		2.31		VM
SEYMOUR	105	V	3.7	2.5	3.2		2.6	3.6	3.8		4.3	4.8	5.1		4.4	3.9	4.4		3.8	V 3	
		P	59	23	41		25	55	64		85	115	133		91	68	91		71		
		E	44	15	30		18	41	46		64	86	96		68	49	68		525		
		K	2.01	1.66	1.87		1.69	1.99	2.04		2.17	2.30	2.37		2.20	2.07	2.20		2.04		VB
CHARLES DARWIN	103	V	1.6	1.7	1.5		1.4	1.9	2.3		2.8	3.1	2.7		2.6	2.6	1.8		2.2	V 3	
		P	8	10	7		6	13	19		30	38	28		25	25	11		18		
		E	6	7	5		4	10	14		22	28	20		19	18	13		166		
		K	1.32	1.36	1.28		1.24	1.44	1.59		1.75	1.84	1.72		1.69	1.69	1.40		1.53		VB
EL PROGRESO	106	V	3.0	2.4	3.0		2.6	3.2	3.4		2.4	2.7	2.8		3.1	2.3	2.4		2.8	V 3	
		P	35	21	35		25	41	48		21	28	30		38	18	21		30		
		E	26	14	26		18	30	34		16	21	20		28	13	16		262		
		K	1.81	1.62	1.81		1.69	1.87	1.93		1.69	1.72	1.75		1.84	1.59	1.62		1.74		VB
PUERTO BAQUERIZO	104	V	2.8	1.8	1.7		2.4	2.8	2.8		2.7	3.5	3.1		3.4	3.3	3.3		2.8	V 3	
		P	30	11	10		21	30	30		28	51	38		48	45	45		32		
		E	22	7	7		15	22	22		21	38	27		36	24	33		274		
		K	1.75	1.36	1.24		1.55	1.37	1.87		1.87	1.96	1.87		1.87	1.84	1.84		1.74		VB
PUERTO VILLAMIL	107	V	5.0	4.6	4.6		4.7	5.1	5.2		5.4	5.4	6.3		5.3	5.1	4.9		5.0	V 3	
		P	127	102	102		108	133	140		153	153	146		146	133	121		130		
		E	94	68	76		78	99	101		114	114	110		109	96	90		1149		
		K	2.34	2.25	2.25		2.27	2.37	2.39		2.43	2.43	2.41		2.41	2.37	2.32		2.19		VB
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			
		V																			
		P																			
		E																			
		K																			

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACIÓN DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: ECUADOR      CODIGO: 11      PAG: 2 / 3      NUMERO DE ESTACIONES: 30

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE																			
VINDOBONA	019	V	2.1	1.9	1.6		2.1	2.2	2.5		3.5	3.0	2.7		2.3	2.1	2.3		2.3	V k
		P	30	25	19		30	33	41		83	61	49		35	30	35		38	
		E	22	16	14		21	24	29		61	45	35		26	21	26		340	
		K	1.05	1.00	0.92		1.05	1.08	1.15		1.35	1.26	1.19		1.10	1.05	1.10		1.11	VA
PUERTO ILA	022	V	0.9	0.9	0.9		0.9	0.9	0.9		1.0	1.0	1.0		1.0	0.9	0.9		0.9	V R
		P	9	9	9		9	9	9		10	10	10		10	9	9		9	
		E	6	6	6		6	6	6		7	7	7		7	6	6		76	
		K	0.69	0.69	0.69		0.69	0.69	0.69		0.73	0.73	0.73		0.73	0.69	0.69		0.70	VA
LA CONCORDIA	023	V	0.9	1.0	1.0		1.0	0.9	1.0		1.0	1.2	1.2		1.0	1.0	0.9		1.0	V R
		P	9	10	10		10	9	10		10	13	13		10	10	9		10	
		E	7	7	7		7	7	7		7	9	9		7	7	7		88	
		K	0.69	0.73	0.73		0.73	0.69	0.73		0.73	0.79	0.79		0.73	0.73	0.69		0.73	VA
LA NARANJA	024	V	0.9	0.8	0.8		0.8	0.9	0.9		1.0	0.9	1.0		1.0	1.0	1.0		0.9	V R
		P	9	8	8		8	9	9		10	9	10		10	10	10		9	
		E	7	5	6		5	7	6		7	7	7		7	7	7		78	
		K	0.69	0.65	0.65		0.65	0.69	0.69		0.73	0.69	0.73		0.73	0.73	0.73		0.70	VA
SAN SIMON	025	V	2.3	2.1	2.0		2.0	1.8	2.0		2.7	2.5	2.5		2.2	2.3	2.7		2.2	V R
		P	35	30	27		27	23	27		49	41	41		33	35	49		35	
		E	26	20	20		19	17	19		35	30	29		24	25	36		301	
		K	1.10	1.05	1.03		1.03	0.97	1.03		1.19	1.15	1.15		1.08	1.10	1.19		1.09	VA
BABAHYOYO	026	V	1.2	1.2	1.2		1.2	1.0	1.0		1.6	1.7	1.4		1.6	1.6	1.2		1.3	V R
		P	13	13	13		13	10	10		19	21	16		19	19	13		15	
		E	9	8	9		9	7	7		14	15	11		14	13	9		135	
		K	0.80	0.80	0.80		0.80	0.73	0.73		0.92	0.95	0.85		0.92	0.92	0.79		0.84	VA
PACHIJAL MASHPI	032	V	0.8	0.9	0.9		1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0		1.0	1.0	0.8		1.0	V R
		P	8	9	9		10	10	10		10	10	10		10	10	8		9	
		E	6	6	7		7	7	7		7	7	7		7	7	6		81	
		K	0.65	0.69	0.69		0.73	0.73	0.73		0.73	0.73	0.73		0.73	0.73	0.65		0.71	VA
LA VIÑA DE CHESPI	036	V	3.2	3.2	3.0		2.9	2.8	2.9		3.1	3.5	3.1		3.3	3.2	3.2		3.1	V k
		P	47	47	40		37	34	37		44	58	44		51	47	47		44	
		E	35	32	30		27	25	27		33	43	32		38	34	35		391	
		K	1.68	1.68	1.63		1.60	1.57	1.60		1.65	1.76	1.66		1.71	1.68	1.68		1.65	VM
SAN RAFAEL	041	V	1.9	2.2	1.8		1.8	1.8	1.6		1.8	2.2	2.0		2.1	2.1	1.9		1.9	V R
		P	15	21	14		14	14	11		14	21	17		19	19	15		16	
		E	11	14	10		10	10	8		10	16	12		14	14	11		140	
		K	1.30	1.39	1.26		1.26	1.26	1.19		1.26	1.39	1.33		1.36	1.36	1.30		1.30	VM
EL CHACO	042	V	1.5	1.4	1.4		1.4	1.3	1.2		1.2	1.3	1.4		1.4	1.5	1.4		1.4	V R
		P	9	8	8		8	5	8		8	5	8		8	9	8		7	
		E	7	5	6		6	4	4		4	4	6		6	6	6		64	
		K	1.15	1.11	1.11		1.11	1.07	1.03		1.03	1.07	1.11		1.11	1.15	1.11		1.10	VM
RIO SALADO	043	V	1.4	1.5	1.4		1.2	1.4	1.4		1.4	1.4	1.4		1.6	1.5	1.5		1.4	V k
		P	6	7	6		5	6	6		6	6	6		8	7	7		6	
		E	4	5	4		4	4	4		4	4	4		6	5	5		53	
		K	1.24	1.28	1.24		1.15	1.24	1.24		1.24	1.24	1.24		1.33	1.28	1.28		1.25	VB

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. kWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

# ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

## VOLUMEN III

PAIS: VENEZUELA

CLAVE: 30

### 1. FUENTES Y TIPO DE INFORMACION

#### 1.1 REDES DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO

1.1.1 Específicamente, no se contó con información oficial sobre la red de estaciones. Esta falta se suplió, en parte, con la información suministrada en las fuentes citadas en 1.2, una de las cuales es el Servicio de Meteorología.

1.1.2 La información obtenida consta completa en la lista de estaciones correspondientes del Atlas.

#### 1.2 DATOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO

1.2.1 Promedios climatológicos de Venezuela, Período 1951 - 1970 (3).

1.2.2 Compendio de Información Eólica de Venezuela, 1981 (4).

1.2.3 La velocidad media dada en la fuente (3) corresponde a 3 ó 4 valores diarios; la de la fuente (4) a 24 valores diarios.

#### 1.3 COMENTARIOS

Algunas de las estaciones utilizadas constan en las fuentes consultadas; se prefirió aquellas que, a pesar de referirse a sólo un año de observaciones (año 1981), determinaron la velocidad media del viento en base a 24 valores diarios. En este caso están todas las utilizadas en (4), que son 20. De las 18 restantes 10 dan la velocidad media de 4 valores diarios y 8 la media de 3 valores diarios. Estas últimas cubren períodos variados de la década 61 - 70, en tanto que las primeras, si bien su período termina en 1970 inician sus observaciones en la década anterior (1951 - 60).

### 2. CARACTERISTICAS Y NATURALEZA DE LOS DATOS DEL VIENTO

#### 2.1 PERIODO CUBIERTO POR LOS DATOS

2.1.1 20 estaciones: 1 año de observaciones (año 1981).

2.1.2 8 estaciones: menos de 10 años de observaciones (1961 - 1970).

2.1.3 10 estaciones: más de 10 años de observaciones (1951 - 1970).

2.1.4 No se efectuó ningún tipo de reducción a un período estandar dado.

#### 2.2 ALTURA DE INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION

2.2.1 24 estaciones en las cuales los sensores se encuentran entre 8 y 12 metros.

2.2.2 5 estaciones: mayores de 12 metros.

2.2.3 1 estación: menor de 8 metros.

2.2.4 8 estaciones: desconocida.

2.2.5 Se aplicó corrección por altura a las estaciones 2.2.2 y 2.2.3.

## 2.3 HORARIO DE OBSERVACIONES

- 2.3.1 20 estaciones: valores horarios del anemocinemógrafo.
- 2.3.2 10 estaciones: 4 valores diarios (0200, 0800, 1400, 2000 horas).
- 2.3.3 8 estaciones: 3 valores diarios (0800, 1400, 2000 horas).
- 2.3.4 Es claro que los promedios en los tres casos pueden diferir cuantitativamente y cualitativamente, lo hacen desde luego, pero aprovechar solamente los datos de las 20 estaciones con datos horarios significaba efectuar una cobertura insuficiente del país, en realidad sólo el 40% aproximadamente. Las 38 estaciones aumentan la cobertura en el área SE del país, vecina a Guyana.

## 2.4 PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE LOS VALORES PROMEDIOS DE $\bar{V}$

- 2.4.1 Sencillamente el cociente de las sumas de los valores de velocidad entre el número de observaciones o datos.
- 2.4.2 Así, se tienen promedios de 24, 4 y 5 valores. Las calmas se introducen como velocidad cero. En ningún caso se dan frecuencias por direcciones ni valores de velocidad para las mismas.
- 2.4.3 Se utilizaron los promedios tal como se obtuvieron, sin reducción alguna, salvo lo expresado en 2.2.5.

## 2.5 COMENTARIOS

Los datos disponibles no son homogéneos ni en lo concerniente al período de observaciones, que es muy variable, desde un año hasta 20 años, ni en lo relativo a los procedimientos para obtener los promedios, que mezclan datos de 3, 4 y 24 observaciones diarias. Hay una cierta homogeneidad, tal vez, en la altura de medición del parámetro por reducción de los valores originales a una altura tipo de 10 metros.

## 3. CARACTERIZACION DEL VIENTO

### 3.1 PARAMETRO DE FORMA $k$ DE LA DISTRIBUCION DE WEIBULL

En el trabajo (4) se consignan los siguientes valores para cada una de las 20 estaciones anemográficas utilizadas.

- 3.1.1 Velocidad media horaria mensual (m/s) para los 12 meses del año y, por lo tanto, medias mensuales y anuales.
- 3.1.2 Energía mensual total en kWh/m<sup>2</sup>.
- 3.1.3 Potencia media mensual en kWh/m<sup>2</sup>.
- 3.1.4 La determinación del coeficiente  $k$  de Weibull está implícita con  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$  una vez calificada la varianza del sitio.

### 3.2 CALIFICACION DE LA VARIANZA DEL SITIO SEGUN LOS CRITERIOS DE JUSTUS

- 3.2.1 Para simplificar, se determinó la varianza del sitio para los valores anuales de velocidad media del viento y su potencia media, de conformidad con el criterio de Justus sobre varianza alta, media y baja.
- 3.2.2 Se consideró que el tiro de varianza así determinada con los valores de  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$  anuales se aplicaba igualmente a los valores mensuales.
- 3.2.3 La determinación de  $k$  es, entonces, directa con una tabla o gráfico de  $k$  en función de  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$ , y la varianza asignada.

### 3.3 DETERMINACION DE POTENCIA Y ENERGIA

Este acápite se aplica, lógicamente, a aquellas estaciones que sólo poseen la  $\bar{V}$  mensual y anual, en la siguiente forma:

3.3.1 Asignación de varianza por comparación con los sitios de la misma zona cuya varianza se determinó según 3.2.1.

3.3.2 Con la varianza asumida y la  $\bar{V}$  mensual se obtiene la  $\bar{P}$  de las tablas, según 3.2.3.

3.3.3 La E es el producto de  $\bar{P}$  por el tiempo.

### 3.4 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

La caracterización del viento que presenta el trabajo (4) facilitó grandemente el análisis de la información adicional que pudo obtenerse de las estadísticas de la Fuerza Aérea Venezolana, puesto que ya no fue necesario asignar varianzas encuadradas dentro de determinados rangos de velocidad media sino aplicar resultados. Esto no solamente fue útil para el propio territorio venezolano sino también para los países del escudo guayanés y para gran parte de Colombia.

## 4. CRITICA SOBRE LOS RESULTADOS NUMERICOS OBTENIDOS

La carta de distribución puntual de los rangos de  $\bar{P}$  y E de Venezuela le parece estar de acuerdo con el régimen de vientos a que está sujeto su territorio, esto es de los alisios del NE. Las zonas costeras reciben el flujo alisial en un ángulo de casi 45% que puede estar reforzado por las brisas de mar, determinando así zonas de gran potencial eólico en el litoral. Tierra adentro las planicies que son los llanos y su fisiografía frenan el viento hasta valores bajos con marcado patrón de distribución diurno.

## 5. EVALUACION CUALITATIVA DEL RESULTADO FINAL

5.1 Se considera que el potencial eólico determinado subestima en la generalidad a aquel que podría encontrarse mediante tratamientos más exhaustivos.

## 6. OTRAS OBSERVACIONES

6.1 Sería deseable, para lograr una mejor caracterización del viento, ampliar el período de análisis de las 20 estaciones señaladas en 2.1.1.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se considera que un programa selectivo de mediciones con fines de evaluación energética del viento, junto con la información disponible (4) permitirá una evaluación más adecuada de la situación de Venezuela.

## ANEXOS

- Red de Estaciones de Medición del viento en Superficie.
- Caracterización del viento de superficie.
- Mapa III Norte y Noroeste de América del Sur.

## RECONOCIMIENTO

Ministerio de Energía y Minas.



# ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: VENEZUELA CODIGO 30 PAG. 1 / 1 NUMERO DE ESTACIONES 38

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTURA DEL SENSOR (m)	PERIODO DE OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
ACARIGUA	001		N 0934	6912	225	10	81	
BARCELONA	002		1090	6441	7	15	81	
BARQUISIMETO	003		1006	6917	540	10	81	
LA CAÑADA	004		1031	7139	27	10	81	
CARACAS - LA CARLOTA	005		1030	6653	835	10	81	
CARACAS (CAGIGAL)	006		1031	6655	1035	16	55-70	
CARRIZAL	007		0925	6655	160	12	81	
CIUDAD BOLIVAR	008		0809	6333	50	18	51-70	
COLON	009		0802	7215	825	10	81	
COLONIA TOVAR	010		1025	6717	1790	4	51-70	
CORO	011		1124	6940	20	10	81	
CUMANA	012		1030	6410	34	12	81	
GUASDUALITO	013		0715	7045	143	13	81	
GUIRIA	014		1035	6218	9	10	81	
LA GRITA	015		0808	7159	1440	12	67-70	
LA ORCHILA	016		1148	6611	3	12	59-70	
MAIQUETIA	017		1036	6659	45	10	81	
MARACAY	018		1014	6736	447	10	81	
MARACAIBO	019		1034	7144	66	10	81	
MATURIN	020		0945	6311	70	10	81	
MENE GRANDE	021		0949	7056	10	10	81	
MERIDA	022		0836	7109	1510	10	81	
MORON	023		1031	6811	3	12	59-70	
PORLAMAR	024		1057	6351	10	10	81	
PUERTO AYACUCHO	025		0536	6730	73	8	59-70	
PUERTO CABELLO	026		1030	6800	2	12	63-70	
SAN ANTONIO	027		0751	7227	377	20	51-70	
SAN FERNANDO	028		0733	6728	73	10	81	
SANTA ELENA	029		0436	6107	907	10	81	
TUMEREMO	030		0718	6127	180	9	51-70	
LAS BABAS	031		0742	6258	235		63-64	
CAMPAMENTO CARONI	032		0817	6339	78		63-70	
CANAÍMA	033		0608	6250	398		63-70	
KAVANAYEN	034		0540	6143	1200		63-70	
LA PARAGUA	035		0650	6319	290		63-70	
URIMAN	036		0522	6245	395		63-70	
SAN JUAN DE LOS MORROS	037		0935	6721	630		63-67	
TUREN	038		0916	9606	215		63-70	

## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: VENEZUELA CODIGO 30 PAG 1 / 4 NUMERO DE ESTACIONES 38

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA- METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE																			
ACARIGUA	001	V	3.5	3.5	3.7		2.9	1.9	1.7		2.1	2.0	2.0		2.1	2.4	2.4		2.5	VB
		P	44	45	55		30	3	3		13	10	13		9	13	14		22	
		E	33	31	41		22	5	5		10	7	9		7	9	11		192	
		K	1.95	1.95	2.02		1.79	1.45	1.37		1.52	1.48	1.48		1.52	1.63	1.63		1.65	
BARCELONA	002	V	2.6	2.7	3.1		2.5	2.0	1.9		2.2	2.2	2.2		2.3	2.3	2.3		2.4	VB
		P	25	28	38		23	14	13		18	18	18		19	19	19		21	
		E	17	19	28		16	10	9		13	13	13		14	14	14		182	
		K	1.69	1.72	1.85		1.66	1.48	1.45		1.56	1.56	1.56		1.59	1.59	1.59		1.61	
BARQUISIMETO	003	V	3.2	3.8	3.4		3.0	3.8	4.2		4.7	4.5	4.4		3.6	3.1	3.4		3.8	VB
		P	42	59	50		38	62	71		104	95	83		57	44	51		63	
		E	31	40	37		27	45	51		77	71	60		42	32	38		552	
		K	1.83	2.05	1.94		1.82	2.05	2.15		2.28	2.23	2.20		1.99	1.85	1.94		2.03	
LA CAÑADA	004	V	4.2	4.7	4.4		4.1	2.3	2.4		2.7	2.9	2.5		2.2	2.7	3.0		3.2	VB
		P	52	93	81		72	15	16		22	27	21		12	20	23		39	
		E	45	62	51		52	11	11		16	20	15		9	14	21		338	
		K	2.15	2.23	2.20		2.13	1.59	1.63		1.72	1.79	1.66		1.56	1.72	1.82		1.85	
CARACAS - LA CARLOTA	005	V	1.8	2.2	2.0		1.9	2.1	2.4		2.1	2.2	1.9		1.9	1.9	2.2		2.0	VB
		P	10	17	15		10	13	16		13	17	12		12	11	17		14	
		E	8	12	11		8	10	12		10	13	9		9	9	12		123	
		K	1.41	1.56	1.48		1.45	1.52	1.63		1.52	1.56	1.45		1.45	1.45	1.56		1.50	
CARACAS (CACIGAL)	006	V	2.9	3.0	3.2		3.0	3.4	3.7		3.3	3.1	3.0		2.9	2.4	2.8		2.9	VB
		P	33	35	41		35	48	59		45	38	35		33	21	30		35	
		E	24	24	30		25	36	42		33	28	25		24	16	22		329	
		K	1.79	1.82	1.83		1.82	1.94	2.02		1.91	1.85	1.82		1.79	1.63	1.76		1.84	
CARRIZAL	007	V	2.9	3.1	2.9		2.4	1.9	1.9		1.6	1.4	1.5		1.9	2.0	2.7		2.2	VB
		P	28	32	28		18	13	13		10	7	7		11	13	24		17	
		E	21	22	21		13	10	10		7	5	5		8	10	18		150	
		K	1.79	1.85	1.79		1.63	1.45	1.45		1.33	1.24	1.23		1.45	1.48	1.72		1.54	
CIUDAD BOLIVAR	008	V	2.2	2.4	2.5		2.4	1.9	1.6		1.3	1.3	1.3		1.4	1.4	1.8		1.8	VB
		P	18	21	25		21	13	8		5	5	5		6	6	11		12	
		E	13	14	19		15	10	6		4	4	4		4	4	8		105	
		K	1.56	1.63	1.69		1.63	1.45	1.33		1.36	1.36	1.36		1.47	1.47	1.41		1.48	
COLON	009	V	1.9	1.8	2.1		1.6	2.2	2.2		3.0	2.5	2.4		2.0	1.8	1.8		2.1	VB
		P	10	10	12		3	16	14		35	25	20		12	8	8		15	
		E	7	6	9		5	12	10		26	18	14		9	6	6		129	
		K	1.45	1.41	1.52		1.33	1.56	1.56		1.82	1.66	1.63		1.48	1.41	1.41		1.52	
COLONIA TOVAR	010	V	1.5	1.4	1.5		1.4	1.0	1.2		1.2	1.2	1.2		1.2	1.2	1.4		1.4	VB
		P	7	6	7		6	3	5		5	5	5		5	5	6		5	
		E	5	4	5		4	2	4		4	4	4		4	4	4		48	
		K	1.23	1.24	1.28		1.24	1.05	1.15		1.15	1.15	1.15		1.15	1.15	1.24		1.18	
CORO	011	V	3.3	3.9	3.4		2.7	4.5	7.0		5.6	5.1	5.2		5.5	4.6	5.4		4.7	VB
		P	45	59	50		29	113	228		151	141	134		171	101	126		113	
		E	33	40	37		20	87	164		112	105	95		127	72	94		937	
		K	1.91	2.07	1.94		1.72	2.23	2.78		2.48	2.37	2.39		2.46	2.25	2.44		2.25	

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m²; E, energía, kWh/m²; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS : VENEZUELA CODIGO 30 PAG 2 / 4 NUMERO DE ESTACIONES 38

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																		
CUMANA	012	V	3.7	4.3	4.1		3.2	3.1	3.3		3.0	3.0	2.7		2.8	3.2	3.2		3.2	
		P	50	31	76		42	32	48		36	30	22		26	35	38		43	
		E	37	54	57		30	24	34		26	22	15		19	25	29		372	
		K	2.02	2.18	2.13		1.88	1.85	1.91		1.82	1.82	1.72		1.76	1.88	1.88		1.88	VB
GUASJUALITO	013	V	2.1	2.3	1.9		1.6	1.5	1.4		1.3	1.4	1.4		1.5	1.5	1.6		1.6	
		P	16	19	13		3	7	5		5	6	5		7	7	8		9	
		E	12	13	10		6	5	4		4	4	4		5	5	5		78	
		K	1.52	1.59	1.44		1.33	1.28	1.24		1.20	1.24	1.24		1.28	1.28	1.33		1.33	VB
GUJIRIA	014	V	0.6	0.8	0.7		0.6	0.9	2.1		1.9	2.3	3.9		3.6	2.8	3.2		2.0	
		P	4	4	1		1	7	33		22	65	78		82	62	73		36	
		E	3	3	1		1	5	24		16	43	56		61	45	54		317	
		K	0.56	0.55	0.61		0.56	0.95	1.06		1.00	1.22	1.44		1.38	1.22	1.30		1.00	VA
LA GRITA	015	V	1.0	1.2	1.3		0.9	1.1	0.9		0.9	0.8	1.1		0.8	0.8	0.9		1.0	
		P	3	5	5		3	4	3		3	2	4		2	2	3		3	
		E	2	3	4		2	3	2		2	1	3		1	1	2		26	
		K	1.05	1.15	1.20		1.00	1.10	1.00		1.00	0.94	1.10		0.94	0.94	1.00		1.04	VB
LA ORCHILA	016	V	5.4	5.5	6.3		5.8	6.9	6.2		5.4	4.6	4.5		5.1	4.8	5.1		5.4	
		P	153	159	234		187	293	225		153	102	96		133	115	133		166	
		E	114	107	174		135	222	162		114	76	69		99	90	99		1461	
		K	2.44	2.45	2.64		2.53	2.76	2.51		2.44	2.25	2.23		2.37	2.30	2.37		2.45	VB
MAIQUETIA	017	V	1.8	2.2	2.1		1.7	1.8	1.8		1.8	1.8	1.6		1.7	1.8	1.8		1.8	
		P	13	18	17		10	10	10		12	12	8		7	11	11		12	
		E	10	12	12		7	8	7		9	9	6		5	8	8		101	
		K	1.41	1.56	1.52		1.37	1.41	1.41		1.41	1.41	1.33		1.37	1.41	1.41		1.42	VB
MARACAY	018	V	1.2	1.2	1.5		1.0	1.1	1.2		1.1	1.1	1.1		1.0	1.0	1.1		1.1	
		P	5	6	9		4	3	4		3	4	3		3	2	4		4	
		E	4	4	5		3	2	3		2	3	2		2	2	3		36	
		K	1.15	1.15	1.28		1.05	1.10	1.15		1.10	1.10	1.10		1.05	1.05	1.10		1.15	VB
MARACAIBO	019	V	4.2	4.9	4.5		4.1	2.2	2.4		2.8	2.9	2.3		2.2	2.7	3.1		3.2	
		P	64	109	83		72	14	17		24	29	17		14	19	27		41	
		E	48	73	61		52	10	12		18	21	12		10	14	20		351	
		K	2.15	2.32	2.23		2.13	1.55	1.63		1.75	1.79	1.59		1.56	1.72	1.85		1.86	VB
MATURIN	020	V	3.3	3.7	4.1		3.3	2.9	3.4		2.9	2.4	2.4		2.8	2.8	3.1		3.1	
		P	39	58	59		46	29	46		31	28	20		26	23	30		37	
		E	29	39	50		33	22	34		23	20	14		19	17	23		323	
		K	1.91	2.02	2.13		1.91	1.79	1.94		1.79	1.63	1.63		1.76	1.76	1.85		1.84	VB
MENE GRANDE	021	V	1.8	2.0	1.9		1.6	1.4	1.5		1.7	1.7	1.6		1.5	1.4	1.6		1.6	
		P	7	10	8		6	4	4		6	6	5		4	4	4		6	
		E	5	7	6		4	3	3		4	4	3		3	2	3		47	
		K	1.41	1.48	1.45		1.33	1.24	1.28		1.37	1.37	1.33		1.28	1.24	1.33		1.34	VB
MERIDA	022	V	3.0	2.6	2.8		2.1	2.2	2.1		2.5	2.4	2.5		2.4	2.6	2.6		2.5	
		P	31	26	26		13	13	12		19	19	18		17	19	20		19	
		E	23	17	20		10	10	8		14	14	13		12	13	15		159	
		K	1.82	1.69	1.76		1.52	1.55	1.52		1.66	1.63	1.66		1.63	1.69	1.69		1.65	VB

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, kWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)





# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: VENEZUELA CODIGO 30 PAG<sup>4</sup> / 4 NUMERO DE ESTACIONES 38

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																		
KAVANAYER	034	V	3.4	3.5	4.4		2.8	2.8	2.2		2.2	2.0	2.0		2.3	2.5	3.3		2.7	
		P	54	58	102		34	34	21		21	17	17		22	26	51		38	
		E	40	39	76		24	25	15		16	13	12		16	19	23		318	
		K	1.73	1.76	1.97		1.57	1.57	1.39		1.39	1.33	1.33		1.42	1.49	1.71		1.56	
LA PARAGUA	035	V	2.5	2.9	3.1		2.8	2.4	1.7		1.3	1.0	1.1		1.4	1.7	2.1		2.0	
		P	26	37	44		34	24	12		7	4	5		8	12	19		19	
		E	19	25	33		24	18	9		5	3	4		6	9	14		169	
		K	1.49	1.60	1.66		1.57	1.46	1.22		1.07	0.94	0.98		1.11	1.22	1.35		1.31	
URIMAN	035	V	1.9	2.5	2.6		1.4	1.0	0.8		0.9	0.9	0.9		1.0	1.0	1.4		1.4	
		P	15	26	29		8	4	3		4	4	4		4	4	8		9	
		E	11	17	22		6	3	2		3	3	3		3	3	6		82	
		K	1.30	1.49	1.52		1.11	0.94	0.84		0.89	0.89	0.89		0.94	0.94	1.11		1.16	
SAN JUAN DE LOS MORROS	037	V	1.5	1.8	2.0		2.2	1.6	1.5		1.4	1.2	1.1		1.2	1.1	1.2		1.5	
		P	7	11	14		18	8	7		6	5	4		5	4	5		8	
		E	5	7	10		13	6	5		4	4	3		4	3	4		68	
		K	1.28	1.41	1.48		1.56	1.33	1.28		1.24	1.15	1.10		1.15	1.10	1.15		1.27	
TUREN	038	V	1.0	1.1	1.2		1.2	1.5	0.7		0.7	0.7	0.7		0.7	0.9	0.8		0.9	
		P	3	4	5		5	7	2		2	2	2		2	3	2		3	
		E	2	3	4		4	5	1		1	1	1		1	2	1		26	
		K	1.05	1.10	1.15		1.15	1.28	0.88		0.88	0.88	0.88		0.88	1.00	0.94		1.00	
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, kWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS : VENEZUELA      CODIGO 30      PAG 3 / 4      NUMERO DE ESTACIONES 38

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA- METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE																			
MORON	023	V	2.5	2.6	2.7		2.6	2.2	1.9		1.7	1.7	1.8		1.5	1.7	1.8		2.1	
		P	23	25	28		25	18	13		10	10	11		7	10	11		16	
		E	17	17	21		18	13	9		7	7	8		5	7	8		137	
		K	1.66	1.69	1.72		1.69	1.56	1.45		1.37	1.37	1.41		1.28	1.37	1.41		1.50	
PORLAMAR	024	V	5.9	7.3	7.8		5.0	7.5	7.0		5.3	5.3	5.0		6.5	5.9	6.7		6.4	
		P	194	300	344		190	304	258		148	135	128		215	169	224		217	
		E	144	201	256		135	226	186		110	100	92		160	121	167		1899	
		K	2.55	2.84	2.93		2.57	2.87	2.77		2.42	2.42	2.35		2.67	2.55	2.72		2.64	
PUERTO AYACUCHO	025	V	2.4	2.3	1.9		1.6	1.3	1.1		1.1	1.3	1.3		1.2	1.5	1.6		1.6	
		P	21	19	13		8	5	4		4	5	5		5	7	8		9	
		E	16	13	10		5	4	3		3	4	4		4	5	5		78	
		K	1.63	1.59	1.45		1.33	1.20	1.10		1.10	1.20	1.20		1.15	1.28	1.33		1.30	
PUERTO CABELLO	026	V	3.2	3.8	4.0		3.6	3.2	2.9		2.7	2.5	2.2		2.2	2.1	2.7		2.9	
		P	41	64	80		55	45	33		28	23	18		18	16	28		37	
		E	30	43	60		36	33	24		21	17	13		13	12	21		323	
		K	1.88	2.05	2.10		1.99	1.88	1.79		1.72	1.66	1.56		1.56	1.52	1.72		1.78	
SAN ANTONIO	027	V	1.4	1.4	1.5		1.6	2.9	4.0		4.2	4.0	3.4		2.2	1.4	1.4		2.5	
		P	8	8	9		11	37	80		91	80	44		21	8	8		34	
		E	6	5	7		8	28	58		68	60	32		16	10	6		304	
		K	1.11	1.11	1.15		1.19	1.60	1.88		1.93	1.88	1.73		1.39	1.11	1.11		1.43	
SAN FERNANDO (APURE)	028	V	4.1	3.4	3.5		2.6	2.0	2.4		2.1	1.9	1.8		2.6	2.8	3.1		2.7	
		P	50	50	52		26	12	18		15	13	11		21	26	35		27	
		E	37	34	38		19	9	13		11	10	8		16	19	26		240	
		K	2.13	1.94	1.96		1.69	1.48	1.63		1.52	1.45	1.41		1.69	1.76	1.85		1.71	
SANTA ELENA DE VAIREN	029	V	1.6	1.7	1.6		1.2	1.2	1.1		1.3	1.2	1.2		1.4	2.1	2.5		1.5	
		P	6	8	5		5	7	4		6	6	5		7	14	20		8	
		E	4	5	5		4	5	3		4	4	4		3	10	15		66	
		K	1.19	1.22	1.19		1.03	1.03	0.98		1.07	1.03	1.03		1.11	1.36	1.49		1.15	
TUMEREMO	030	V	1.8	1.9	2.2		2.2	2.0	1.7		1.5	1.6	1.7		1.9	1.8	1.8		1.9	
		P	14	15	21		21	17	12		9	11	12		15	14	14		15	
		E	10	10	16		15	13	9		7	8	9		11	10	10		144	
		K	1.25	1.30	1.39		1.39	1.33	1.22		1.15	1.19	1.22		1.30	1.26	1.26		1.24	
LAS BABAS	031	V	2.3	3.2	3.7		3.2	2.8	2.6		1.9	2.0	2.2		2.7	2.6	2.6		2.6	
		P	22	47	67		47	34	29		15	17	21		32	29	29		32	
		E	16	32	50		34	25	21		10	13	15		24	21	22		283	
		K	1.42	1.68	1.81		1.68	1.57	1.52		1.30	1.33	1.39		1.54	1.52	1.52		1.52	
CAMPAMENTO CARONI	032	V	2.6	3.0	3.6		3.2	2.6	1.8		1.4	1.6	1.6		1.9	1.7	2.1		2.2	
		P	29	40	62		47	29	14		8	11	11		15	12	19		25	
		E	22	30	46		34	22	10		6	8	8		11	9	14		220	
		K	1.52	1.63	1.78		1.68	1.52	1.26		1.11	1.19	1.19		1.30	1.22	1.35		1.40	
CANAIMA	033	V	3.0	3.4	3.9		2.9	2.2	1.3		1.8	1.7	1.5		1.6	1.6	2.3		2.3	
		P	40	54	76		37	21	14		14	12	9		11	11	22		27	
		E	30	36	55		27	16	10		10	9	6		8	8	16		232	
		K	1.63	1.73	1.86		1.60	1.39	1.26		1.26	1.22	1.15		1.19	1.19	1.42		1.41	

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, kWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

# ATLAS EOLICO PRELIMINAR DE AMERICA LATINA Y EL CARIBE

## VOLUMEN III

**PAISES:** GUAYANA FRANCESA  
SURINAM  
GUYANA

**CLAVE:** 39  
26  
15

### 1. FUENTES Y TIPO DE INFORMACION

#### 1.1 REDES DE ESTACIONES DE MEDICION DE VIENTO

1.1.1 Información oficial en cuestionarios OLADE para Surinam y Guyana. Ninguna información para la Guayana Francesa, aparte de la que pudo conseguirse en la fuente (5).

1.1.2 Toda la información obtenida consta en la tabla de datos correspondiente.

#### 1.2 DATOS DE VELOCIDAD DEL VIENTO

1.2.1 World Survey of Climatology (5).

1.2.2 Meteorologische Dienst Suriname (6).

1.2.3 Caribbean Meteorological Institute (7).

1.2.4 No es muy detallada la información de las fuentes sobre las estaciones y los datos. Lo que se pudo obtener se dará en la sección 2.

#### 1.3 COMENTARIOS

De modo general, ninguno de los tres países suministró información alguna sobre el viento. La obtenida procede de publicaciones periódicas; para el caso de Surinam, boletines anuales (5 años) de su Servicio Meteorológico (6), para Guayana la fuente fue (7). Para la Guyana Francesa (5).

### 2. CARACTERISTICAS Y NATURALEZA DE LOS DATOS DEL VIENTO

#### 2.1 PERIODO CUBIERTO POR LOS DATOS

2.1.1 1951 - 1965, para la Guayana Francesa.

2.1.2 1969 - 1974, para Surinam.

2.1.3 1971 - 1979, para la Guyana.

2.1.4 Los períodos de observación de la velocidad del viento de los tres países muestran un traslape entre los años de fin y comienzo de las series y están incluidas entre las décadas 1951 1960, 1961 - 1970 y 1971 - 1980.

#### 2.2 ALTURA DE INSTALACION DEL EQUIPO DE MEDICION

2.2.1 No hay información sobre la altura de instalación de los sensores en la Guayana Francesa.

2.2.2 Tanto en Surinam como en la Guyana la altura más común de instalación es 10 metros, exceptuándose una estación cuyo sensor está a 15 metros y otras dos que lo tienen a 3 metros.

2.2.3 La velocidad media del viento consignada en la tabla pertinente es a nivel del anemómetro.

## 2.3 HORARIO DE OBSERVACIONES

- 2.3.1 Se desconoce el horario de observaciones de las dos estaciones de la Guayana Francesa.
- 2.3.2 Las horas de observación de las estaciones sinópticas de Surinam son: 09—10—12—15—18—21—00 HMG.
- 2.3.3 En Guyana los horarios varían desde 2 observaciones diarias en una estación, hasta 4 observaciones diarias en dos estaciones y 24 para la restante.
- 2.3.4 Sin embargo, para 2.2.2 y 2.2.3 los promedios mensuales provienen de registros anemométricos continuos o de totalizadores.

## 2.4 PROCEDIMIENTOS DE CALCULO DE LOS VALORES PROMEDIOS DE $\bar{V}$

- 2.4.1 En general, es válida para Surinam y Guyana la conclusión 2.3.4 del párrafo anterior. Por consiguiente, se trata de valores medios mensuales de 24 valores o un promedio del recorrido total mensual, en cuyo caso las calmas están incorporadas como velocidad cero.

## 2.5 COMENTARIOS

La mayoría de las estaciones funcionan en aeropuertos y sus anemómetros se encuentran a una altura de 10 metros sobre el suelo; los períodos cubiertos por datos son variables pero en todo caso están comprendidos entre 1951 y 1980. En general, se tienen valores de velocidad obtenidos de registros continuos o de anemómetros totalizadores.

## 3. CARACTERIZACION DEL VIENTO

### 3.1 PARAMETROS DE FORMA $k$ DE LA DISTRIBUCION DE WEIBULL

Su obtención es indirecta y mediante tablas de  $\bar{V}$  y  $\bar{P}$  para tres casos de varianza. En consecuencia primeramente se asignó ésta para lo cual se aprovecharon las conclusiones obtenidas en Venezuela cuya información es más completa (ver párrafo 3.1, ficha Venezuela).

### 3.2 CALIFICACION DE LA VARIANZA DEL SITIO SEGUN LOS CRITERIOS DE JUSTUS

- 3.2.1 Se supuso a esta región geográfica de similares características generales orográficas y fisiográficas de la región oriental de Venezuela (al E de la longitud  $64^\circ$  W) y se aplicó un criterio de varianza concomitante.

### 3.3 DETERMINACION DE POTENCIA Y ENERGIA

El procedimiento de 3.2.1 conlleva la determinación de la potencia media en un gráfico o tabla de  $\bar{P}$  y  $\bar{V}$  afectados por criterios de varianza, según Justus. Esto, tanto para el valor anual como para los mensuales.

### 3.4 OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- 3.4.1 La caracterización del viento de estos tres países está modelada por las conclusiones y resultados obtenidos en Venezuela que dispone de información analizada más completa, aun cuando de apenas un año de extensión. En todo caso, la distribución espacial de las características energéticas del viento obtenidas se ve concordante en esta región del continente Sudamericano.

## 4. CRITICA SOBRE LOS RESULTADOS NUMERICOS OBTENIDOS

- 4.1 La orientación de la línea de costa del escudo guayanés es sensiblemente WNW - ESE, o sea que se presenta casi perpendicular al flujo de los alisios del NE, lo que refuerza, además, la acción de la brisa del mar. Por lo demás, los obstáculos topográficos y la cobertura vegetal hacen de freno al flujo del viento tierra adentro en donde el porcentaje de calma será elevado.

## 5. EVALUACION CUALITATIVA DEL RESULTADO FINAL

5.1 Se aprecia una incidencia mayor de vientos con buen potencial eólico en las fajas costeras, pero se considera conveniente reforzar la información de tierra adentro.

## 6. OTRAS OBSERVACIONES

6.1 En general se considera que la densidad de estaciones, cuyos datos fueron utilizados en este Atlas, es baja y por tanto su representatividad debe tomarse con cautela.

## 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Dadas las características favorables de esta región, es recomendable un programa de evaluación energética eólica, con la metodología adecuada.

## ANEXOS

- Red de Estaciones de Medición del viento en superficie.
- Caracterización del viento de superficie.
- Mapa III - Norte y Noroeste de América del Sur.



# ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: GUYANA CODIGO 15 PAG 1 / 1 NUMERO DE ESTACIONES 5

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTURA DEL SENSOR (m)	PERIODO DE OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
EBINI	001	S	N 0534	5747	24	10	71-79	Research Station
KAMARANG	003	S	0533	6037	495	10	71-73	
GEORGETOWN	008	C	0648	5809	2	10	71-79	Botanical Gardens
TIMEHRI	010	S	0630	5815	30	10	72-76	Aeropuerto
GEORGETOWN	020		0650	5809			71-72	Old Rifle Range



# ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS GUAYANA FRANCESA (FRANCIA) CODIGO 39 PAG. 1/1 NUMERO DE ESTACIONES 2

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTURA DEL SENSOR (m)	PERIODO DE OBSERVACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
ROCHAMBEAU CAYENNE	001						51-65	
MARIPASOULA	002							



# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: GUYANA CODIGO 15 PAG 1 / 1 NUMERO DE ESTACIONES 5

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE																			
EBINI	001	V	2.1	2.2	2.6		3.0	2.2	3.0		2.5	1.8	2.1		2.1	2.0	1.6		2.3	VA
		P	30	33	45		61	33	61		41	23	30		30	27	19		36	
		E	22	22	33		43	24	43		30	17	21		22	19	14		310	
		K	1.05	1.08	1.17		1.26	1.03	1.26		1.15	0.97	1.05		1.05	1.03	0.92		1.09	
KAMARANG	003	V	0.4	0.9	1.1		0.9	0.6	0.6		0.4	0.6	0.5		0.9	0.6	0.6		0.7	VA
		P	4	9	11		9	6	6		4	6	5		9	6	6		7	
		E	3	6	8		6	4	4		3	4	4		6	4	4		56	
		K	0.46	0.69	0.76		0.69	0.56	0.56		0.46	0.56	0.51		0.69	0.56	0.56		0.59	
GEORGETOWN, B. G.	008	V	3.8	3.8	4.0		3.7	3.3	2.9		2.8	3.0	3.0		2.8	3.5	3.1		3.3	VA
		P	100	100	111		94	74	57		53	61	61		53	41	65		72	
		E	74	67	82		67	55	41		39	45	43		39	29	48		629	
		K	1.42	1.42	1.46		1.40	1.32	1.24		1.22	1.26	1.26		1.22	1.36	1.28		1.32	
TIMERI	010	V	2.4	2.5	2.4		2.6	2.7	2.0		2.0	2.2	2.0		2.1	2.1	2.1		2.2	VA
		P	38	41	58		45	49	27		27	33	27		30	30	30		34	
		E	28	27	28		32	36	19		20	24	19		22	21	22		298	
		K	1.13	1.15	1.13		1.17	1.19	1.03		1.03	1.08	1.03		1.05	1.05	1.05		1.09	
GEORGETOWN, O. K. R.	020	V	7.0	7.4	8.0		7.2	6.4	5.7		5.3	4.4	5.0		5.1	5.0	5.6		6.0	VM
		P	340	392	485		366	264	191		159	102	140		146	140	182		242	
		E	253	263	361		264	196	138		118	76	101		109	101	135		2115	
		K	2.48	2.55	2.65		2.52	2.38	2.10		2.16	1.97	2.10		2.12	2.10	2.22		2.28	
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)





## ATLAS EOLICO REGIONAL

### CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS : GUAYANA FRANCESA CODIGO 39 PAG 1 / 1 NUMERO DE ESTACIONES 2

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA-	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE	OTONO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	METROS																		
ROCHAMBEAU CAYENNE	001	V	3.4	3.8	4.0		3.8	3.2	2.8		2.8	3.2	3.7		3.9	3.6	3.4		3.5	VB
		P	48	64	72		64	41	30		30	41	59		68	55	48		52	
		E	36	43	54		46	30	22		22	30	41		50	40	36		451	
		K	1.94	2.05	2.10		2.05	1.88	1.76		1.76	1.88	2.01		2.07	1.99	1.94		1.95	
MARIDASOULA	002	V	1.7	1.8	2.2		1.7	1.5	1.3		1.3	1.3	1.3		1.6	1.6	1.1		1.5	VM
		P	12	14	21		12	9	6		6	6	6		11	11	5		10	
		E	9	9	16		9	7	4		4	4	4		8	8	4		86	
		K	1.22	1.26	1.39		1.22	1.15	1.07		1.07	1.07	1.07		1.19	1.19	0.98		1.16	
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)



## ATLAS EOLICO REGIONAL

RED DE ESTACIONES DE MEDICION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: SURINAM CODIGO 26 PAG. 1 / 1 NUMERO DE ESTACIONES 12

NOMENCLATURA Y UBICACION DE LAS ESTACIONES						ALTURA DEL SENSOR (m)	PERIODO DE OBSER- VACIONES	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE OLADE	TIPO	LATITUD N/S	LONGITUD W	ELEVACION (m)			
ZORG EN HOOP	001	S	N 0548	5511		10	69-74	Aeropuerto
NICKERIE	002	S	0557	5702		10	69-74	Aeropuerto
STOELMANSEILAND	003	S	0421	5425		10	69-74	Aeropuerto
ZANDERIJ	014	S	0527	5512		15	69-74	
TAFELBERG	015	S	0347	5609		10	69-74	Aeropuerto
SIPALIWINI	016	S	0202	5607		10	69-74	Aeropuerto
COEROENI	017	S	0322	5720		10	69-74	Aeropuerto
KABALEBO	019	S	0424	5713		3	69-74	Aeropuerto
ALBINA	022	C	0539	5403		3	69-74	
MOENGO	025						69-74	
CORONIE	026						69-74	
PARAMARIBO	027						31-60	



# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: SURINAM CODIGO 26 PAG 2 / 2 NUMERO DE ESTACIONES 12

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA- METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NO. BRE	CLAVE OLADE																			
PARAMARIBO	027	V	1.4	1.5	1.8		1.6	1.3	1.1		1.2	1.4	1.6		1.6	1.5	1.4		1.5	VA
		P	16	19	23		19	14	11		13	16	19		19	17	16		17	
		E	12	12	17		13	10	3		9	12	13		14	12	12		143	
		K	0.86	0.92	0.97		0.92	0.93	0.75		0.79	0.86	0.92		0.92	0.99	0.86		0.88	
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		
		V																		
		P																		
		E																		
		K																		

(V, velocidad media, m/s ; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía. KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

ASISTENTE LABORAL



# ATLAS EOLICO REGIONAL

## CARACTERIZACION DEL VIENTO DE SUPERFICIE EN AMERICA LATINA Y EL CARIBE

PAIS: SURINAM

CODIGO 26

PAG 1 / 2

NUMERO DE ESTACIONES 12

NOMENCLATURA DE LAS ESTACIONES		PARA- METROS	ENERO	FEBRERO	MARZO	INVIERNO	ABRIL	MAYO	JUNIO	PRIMAVERA	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMB	VERANO	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DIEMBRE	OTOÑO	AÑO	OBSERVACIONES
NOMBRE	CLAVE GLADE																			
ZORG EN HOOP	001	V	1.9	1.9	2.1		2.1	1.7	1.7		1.3	1.6	1.8		1.9	1.7	1.8		1.8	
		P	25	25	30		30	21	21		14	19	23		25	21	23		23	
		E	18	16	22		21	15	15		10	14	16		18	15	17		197	
		K	1.00	1.00	1.05		1.05	0.95	0.95		0.83	0.92	0.97		1.00	0.95	0.97		0.97	VA
NICKERIE	002	V	4.6	5.0	5.0		5.1	4.9	4.3		(3.4)	(3.8)	4.0		4.1	4.1	4.6		4.4	
		P	114	140	140		146	133	96		54	71	80		35	85	114		105	
		E	85	94	104		105	99	59		40	53	58		53	61	85		917	
		K	2.02	2.10	2.10		2.12	2.10	1.95		1.73	1.83	1.88		1.90	1.90	2.02		1.97	VM ( ) VA
SFOELMANSEILAND	003	V	0.4	0.5	0.7		0.6	0.7	0.5		0.7	0.5	0.6		0.6	0.7	0.4		0.5	
		P	1	1	2		1	2	1		2	1	1		1	2	1		1	
		E	1	1	1		1	1	1		1	1	1		1	1	1		12	
		K	0.66	0.81	0.88		0.81	0.88	0.74		0.88	0.74	0.81		0.81	0.88	0.66		0.80	VB
ZANDERIJ	014	V	0.9	1.4	1.3		1.4	1.4	1.3		1.3	1.3	1.2		1.5	1.5	1.3		1.3	
		P	3	5	5		5	5	5		5	5	5		7	7	5		5	
		E	2	4	4		4	4	4		4	4	4		5	5	4		48	
		K	1.05	1.24	1.20		1.24	1.24	1.20		1.20	1.20	1.15		1.28	1.28	1.20		1.20	VB
TAFELBERG	015	V	1.1	1.1	1.2		1.3	1.4	1.4		1.1	1.5	1.7		2.2	1.2	1.4		1.4	
		P	4	4	5		5	6	6		4	7	10		18	5	6		7	
		E	3	3	4		4	4	4		3	5	7		13	4	4		58	
		K	1.10	1.10	1.15		1.20	1.24	1.24		1.10	1.28	1.37		1.55	1.15	1.24		1.23	VB
SIPALIWINI	016	V	1.0	0.8	0.9		1.0	0.8	0.5		0.4	0.6	0.7		0.9	1.0	1.0		0.8	
		P	3	2	3		3	2	1		1	1	2		3	3	3		2	
		E	2	1	2		2	1	1		1	1	1		2	2	2		18	
		K	1.05	0.94	1.00		1.05	0.94	0.74		0.66	0.81	0.88		1.00	1.05	1.05		0.93	VB
COEREONI	017	V	0.6	0.6	0.6		0.5	0.5	0.5		0.3	0.5	0.7		0.7	0.9	0.8		0.6	
		P	1	1	1		1	1	1		0	1	2		2	3	2		1	
		E	1	1	1		1	1	1		0	1	1		1	2	1		12	
		K	0.81	0.81	0.81		0.74	0.81	0.74		0.58	0.81	0.88		0.88	1.00	0.94		0.82	VB
KABALEBO	019	V	0.7	0.3	0.4		0.2	0.3	0.5		0.5	0.4	0.7		0.7	0.5	0.4		0.5	
		P	2	0	1		0	0	1		1	1	2		2	1	1		1	
		E	1	0	0		0	0	0		1	1	1		1	1	1		9	
		K	0.88	0.58	0.56		0.47	0.58	0.74		0.81	0.66	0.88		0.88	0.74	0.66		0.71	VB
ALBINA	022	V	2.0	2.2	1.8		1.5	1.8	1.5		1.1	1.9	2.0		1.6	2.2	2.0		1.8	
		P	27	33	23		17	23	17		11	25	27		19	33	27		24	
		E	20	22	17		12	17	12		8	18	19		14	23	20		202	
		K	1.03	1.08	0.97		0.89	0.97	0.89		0.76	1.00	1.03		0.92	1.03	1.03		0.97	VA
MOENGO	025	V	1.4	1.9	2.1		1.9	1.8	1.5		1.5	1.2	1.6		2.0	2.1	2.0		1.8	
		P	16	25	30		25	23	17		17	13	19		27	30	27		23	
		E	11	16	22		18	17	12		12	9	13		20	21	20		201	
		K	0.86	1.00	1.05		1.00	0.97	0.89		0.89	0.79	0.92		1.03	1.05	1.03		0.96	VA
CORONIE	026	V	2.1	2.3	2.7		2.3	2.8	2.0		2.0	1.7	2.3		2.1	1.6	2.7		2.2	
		P	30	35	49		35	53	27		27	21	35		30	19	49		33	
		E	22	23	36		25	39	19		20	15	25		22	13	36		289	
		K	1.05	1.10	1.19		1.10	1.22	1.03		1.03	0.95	1.10		1.05	0.92	1.19		1.03	VA


(V, velocidad media, m/s; P, potencia media, w/m<sup>2</sup>; E, energía, KWh/m<sup>2</sup>; K, factor de forma de la distribución de Weibull, adimensional)

REFERENCIAS (VOL. III)

- (1) Aiello, J.L. y Brizuela, A.: "Aspectos acerca de una evaluación eólica preliminar de la Argentina", a publicarse en METEOROLOGICA, 1983.
- (2) INAMHI: Anuarios Meteorológicos, Nos. 11 a 20, Período 1971 - 1980. Quito, Ecuador.
- (3) Fuerza Aérea Venezolana: Promedios climatológicos de Venezuela, período 1951 - 1970, Grupo Logístico de Meteorología, Publicación Especial N° 4, 1ª Edición, 1980.
- (4) Chitty, E.: "Compendio de Información Eólica de Venezuela", Ministerio de Energía y Minas, 1981". Caracas, 1982.
- (5) N. Schwerdfeger, Ed.: "World Survey of Climatology Volume 12, Climates of Central and South America". ELSEVIER Scientific Publishing Company, Amsterdam, 1976.
- (6) Meteorologische Dienst Suriname: Het ver 1969 - 1972 y 1974. (Nos. 9 a 12 y 14).
- (7) Monthly Weather Suriname. Caribbean Meteorological Institute, Barbados 1971 - 1979.

551.556  
 OS1a  
 E). 1  
 Vol III

000236



ORGANIZACION I  
**PROGRAMA REGIONAL**  
 ATLAS EOLICO PRELIMINAR  
 MAPA III: GU  
 GU

23

1982

100 - 200	0 - 100
200 - 300	100 - 200
300 - 400	200 - 300
400 - 500	300 - 400
500 - 600	400 - 500
600 - 700	500 - 600
700 - 800	600 - 700
800 - 900	700 - 800
900 - 1000	800 - 900

1982



MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA  
 BIBLIOTECA



Av. 10 de Agosto 5133 y Naciones Unidas.  
Casilla 6413 C.C.I.  
Telex 2728 OLADE-ED  
QUITO - ECUADOR

Atlas etnoico preliminar de America Latina y el  
Caribe/Olade

333.92 O686a v.3 Ej.1

CATALOGADO POR: HELP FILE LTDA