

FLUCTUACIONES EOLICAS Y DISEÑO CRITICO DE AEROGENERADORES.

Bernardo Bucki Wasserman*, Marcelo Esperon**, Nestor Muñoz**, Walter Castillo**
Grupo de Estudios Sobre Energía y Ambiente
Unidad Académica Confluencia – Universidad Tecnológica Nacional
J. Rotter s/n., Campamento Uno. 8318 Plaza Huincul – Neuquén – Argentina
Tel/Fax.: +54 (299) 4960510 / 4963292 – e-mail: buck@arnet.com.ar

RESUMEN

El Grupo de Estudios sobre Energía y Ambiente de la Unidad Académica Confluencia – U. T. N. – ha encarado un proyecto para el diseño y construcción de aerogeneradores. Estos aerogeneradores se diseñarán para el suministro de energía eléctrica a pobladores rurales dispersos como así también a pobladores suburbanos periféricos los cuales no tienen acceso a la red municipal de suministro eléctrico en el ejido de Plaza Huincul y Cutral – Co. Para ello se han analizado datos sobre vientos recopilados durante cinco años por la Oficina de Meteorología del Aeropuerto Municipal de Cutral – Co. Comparando estos valores con estudios anteriormente publicados en los Anales de ediciones de ASADES de los últimos años, han permitido producir el trazado de rosas de vientos más ajustadas.

Basados en estos estudios se ha adoptado un aerogenerador Darrieus modificado. Asimismo el análisis de la duración de los períodos de calma permite la elección de los acumuladores de CC adecuadas para la provisión durante estos intervalos.

INTRODUCCIÓN

La región sometida a estudio, está ubicada en el norte de la zona patagónica, a 180 km del macizo cordillerano atravesado por un solo río de caudal importante, Río Neuquén, de típico comportamiento pluvial cordillerano, o sea inconstante en su caudal, por lo tanto se clasifica la región climatológicamente como clima árido desértico frío en la época de fines de otoño a mediados de primavera y cálido durante el verano, llegando a temperatura de 40°C .[1]

Grandes variaciones de temperatura, especialmente en primavera y verano, como así también su conformación geográfica, hacen de la región una zona con un potencial eólico muy elevado, totalmente desaprovechado hasta el presente, ya que podemos mencionar un solo aerogenerador tripala de 400 KVA, de origen danés instalado en cercanías de un cerro lindante a la Ciudad de Cutral Co [2]. El exceso de producción petrolífera y gasífera de la región, como así también la cercanía de las grandes represas hidroeléctricas como Chocón, Piedra del Águila, Arroyito, hicieron que hasta el presente ningún gobierno nacional, provincial o municipal pusiera énfasis en el desarrollo de generación eólica-eléctrica para el abastecimiento energético de la región.[1]

Sin embargo, existen en la misma y a distancias pequeñas de los centros urbanos, es decir, Cutral Co y Plaza Huincul, una gran cantidad de pequeños establecimientos ganaderos (crianza y explotación de ganado caprino y ovino) como así también comunidades indígenas que pesa a estar en medio de este gran potencial energético, ya sea fósil como eólico, solar y otras variantes de generación no convencional, que no tienen acceso a los beneficios de la energía eléctrica.

Pensando en ello y en la búsqueda de una solución de bajo costo para proveer a pobladores rurales dispersos de energía eléctrica, es que comenzamos con el diseño y adecuación de pequeños aerogeneradores de 1.5, 3, 5 y 10 Kwh. de potencia, para lo cual en primer término debimos verificar las diferentes fuentes de energía no convencionales disponibles, en este caso, el viento.

METODOLOGÍA

El comenzar a efectuar toda la serie de mediciones necesarias del potencial eólico para poder iniciar el proyecto de los diferentes tipos de generadores mencionados, hubiera retrasado nuestros proyectos en más de 24 meses, es así que recurrimos a la Oficina de Meteorología del Aeropuerto Municipal de la Ciudad de Cutral Co [3], quienes nos facilitaron las planillas con sus observaciones y mediciones diarias durante el lapso 1990 – 1995, es decir, que al tratarse aun que sea de un pequeño aeropuerto, el hecho de tener tráfico aéreo diariamente debido al movimiento de aviones de las diferentes compañías petroleras que tiene sus yacimientos y explotaciones en la zona, como así también el movimiento que representa una destilería de petróleo en la ciudad, fue considerado por nuestro Grupo como suficientemente fidedignos y exactos, como para

* Director del Grupo de Estudios Sobre Energía y Ambiente

** Becarios – alumnos del Grupo de Estudios Sobre Energía y Ambiente

ser utilizados como base de datos, en especial, luego de efectuar comparaciones con datos de la bibliografía de autores varios sobre la zona o zonas cercanas de igual clima y configuración geográfica.

Los vientos se analizaron estadísticamente de acuerdo a los diferentes cuadrantes de los cuales provenían, sus intensidades: máxima, mínima y promedio ; también se determinó la frecuencia de los mismos y como también los días de calma, ya que ello era fundamental para el diseño de los bancos de baterías que debían proveerse para suplir la falta de energía de origen eólico.

Los vientos se analizaron de acuerdo a la estación del año, representándose en cada gráfico – rosa de vientos – la suma de los valores correspondientes a los cinco años desde cada uno de los sectores, expresados en km/h o en porcentaje de frecuencia, de los cuales provenían, es decir 17, que a continuación detallaremos.

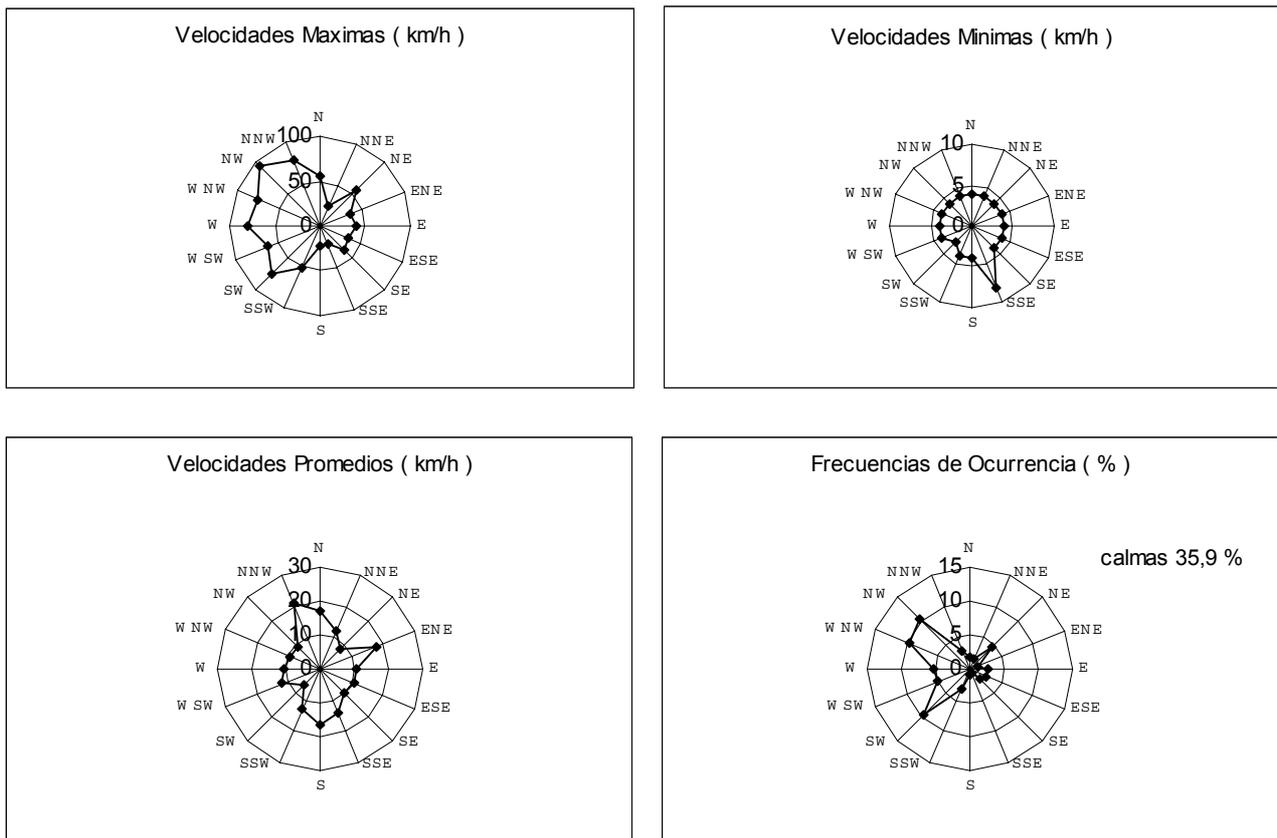


Fig. N° 1 Gráficos correspondientes a vientos en invierno

En los gráficos correspondientes a la Fig. N° 1 podemos observar que los vientos durante el invierno oscilan desde un máximo de 95 km / h (26.39 m / s) hasta un mínimo de 4 km / h (1.11 m / s) , observándose que los vientos promedios se mantienen entre los 10 km / h (2.78 m / s) a 21 km / h (5.83 m / s) . El cuarto gráfico que integra la Fig. N° 1 nos indica porcentualmente la frecuencia de los vientos y los porcentajes de calma para la época invernal. De los valores podemos deducir que prácticamente dos de cada tres días de invierno tenemos suficiente viento como para generación eólica [3].

También estos datos nos permiten inferir el tamaño y capacidad de las baterías de acumulación necesarias para cubrir los períodos de calma o de viento por debajo de los niveles que se requiere para un equipo del tipo Darrieus, que por su forma de construcción es menor que la de los aerogeneradores tripala o bipala inclusive.

Esta menor necesidad de energía eólica se debe en primer lugar a la superficie alar de estos generadores, la forma de sus palas (catenaria) y finalmente su relativa independencia de una determinada dirección de vientos, dado que su volumen de revolución presenta prácticamente el de una pera, con la zona inferior mas engrosada mientras que la superior no.

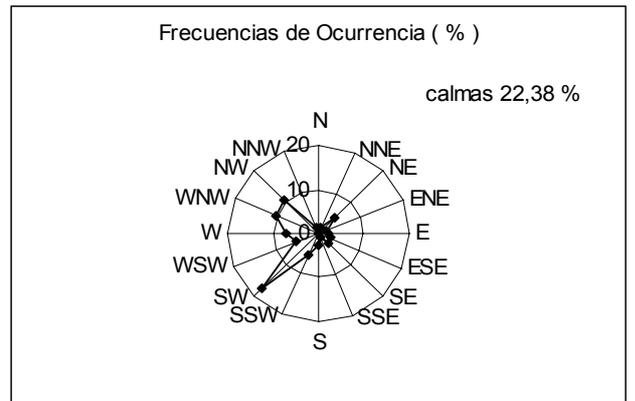
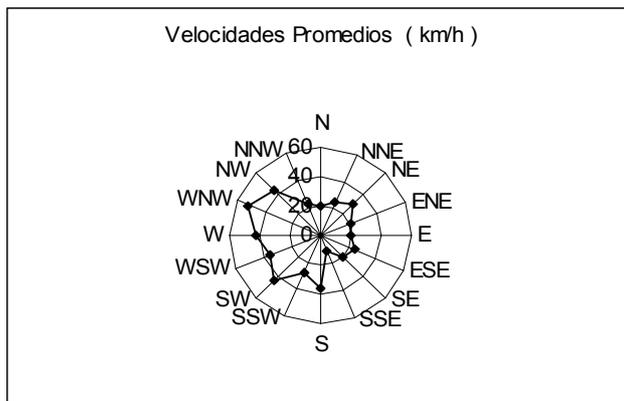
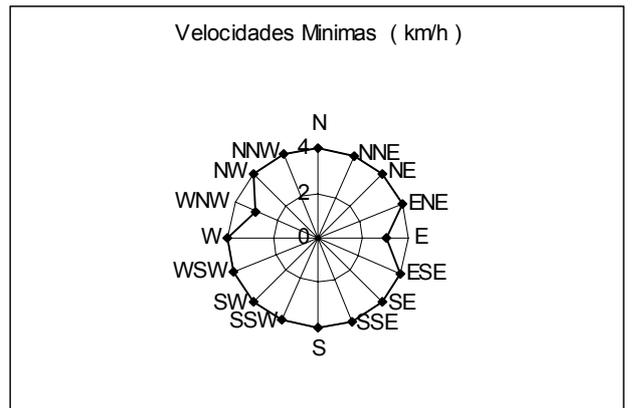
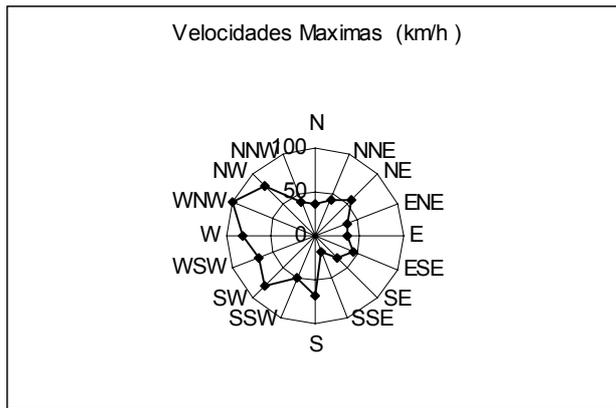
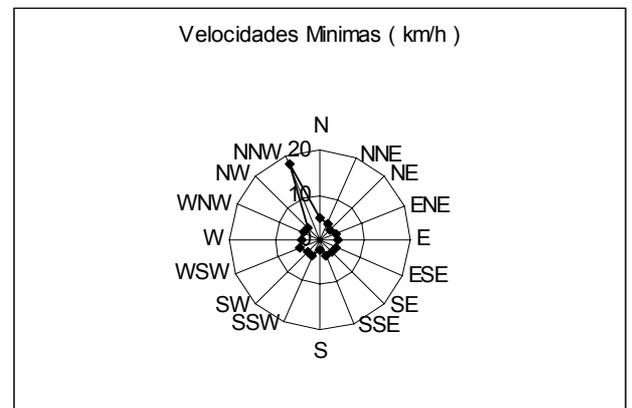
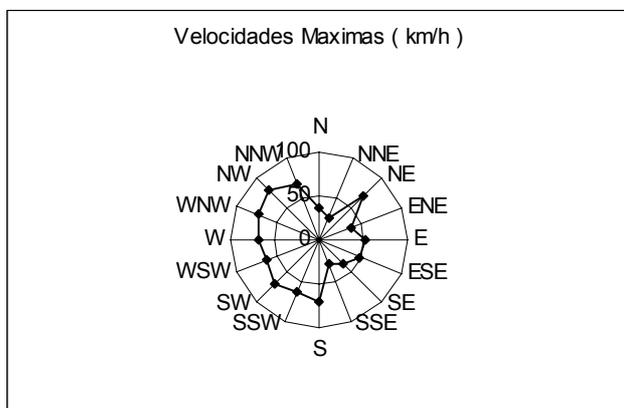


Fig. N° 2.- Gráficos correspondientes a vientos en primavera

Como se puede observar en los gráficos – rosa de vientos – correspondiente a la Fig. N° 2 los vientos provienen generalmente con la mayor intensidad de los cuadrantes limitados por el noroeste hasta el sur, es decir básicamente vientos de origen cordillerano. Sus velocidades máximas oscilan entre los 100 km / h (27.78 m / s) a mínimos de 4 km / h (1.11 m / s) manteniéndose los promedios en el orden de 40 km / h (11.11 m / s). Estos valores permitirían el funcionamiento prácticamente de todos los diferentes tipos y modelos de aerogeneradores diseñados hasta la actualidad, y también se puede observar que los vientos promedios provienen de los mismos cuadrantes que los de máxima.

De todas formas predominan en esta estación del año los vientos de suroeste con un porcentaje que llega a casi el 20% del potencial eólico, equivalente prácticamente a los períodos de calma, que en esta época del año se reducen a una relación de 4:1 días de potencial eólico / calma.



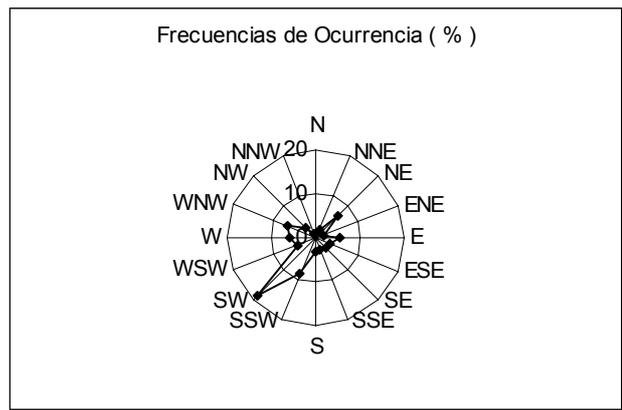
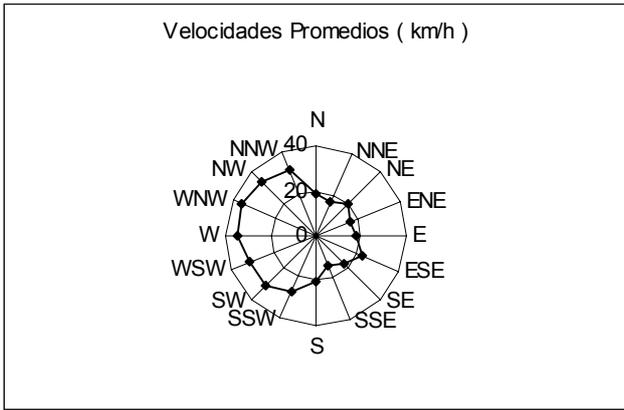


Fig. N° 3. Gráficos correspondientes a vientos de verano

Los vientos en la estación de mayor temperatura son los mas regulares en cuanto a sus velocidades como cuadrantes de donde provienen. Se puede observar de los gráficos de la Fig. N° 3 que predominan los vientos de mayor velocidad del cuadrante normoroeste hasta la dirección sur manteniéndose en valores 70 km / h (19.45 m / s) a mínimas de 3 a 4 km / h (1.11 m/s), observándose que el suroeste es el viento que mas frecuentemente se presenta. En este período anual se puede observar una relación de 3:1 días de viento por calma, lo cual asegura una buena capacidad de generación en la región.

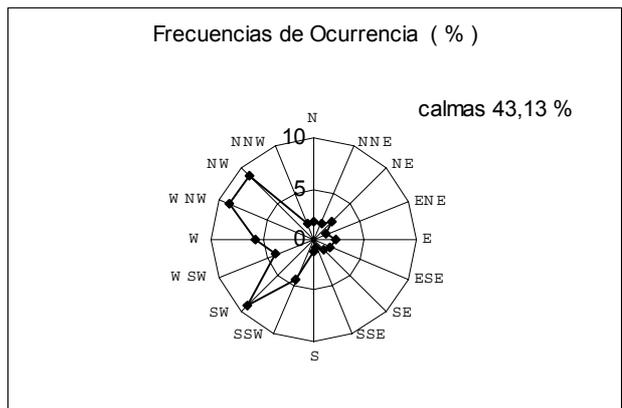
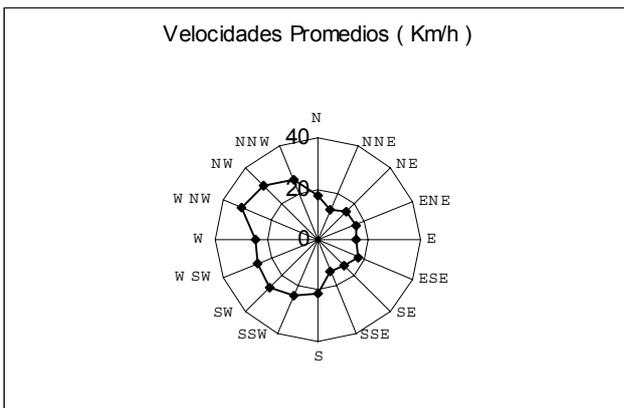
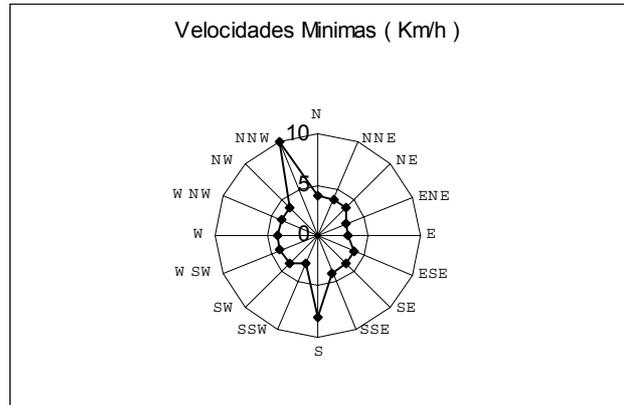
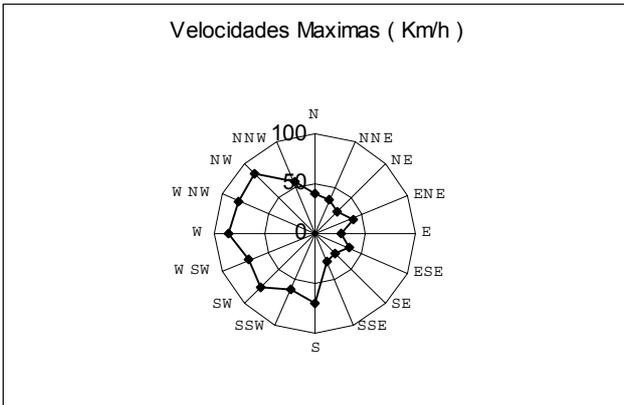


Fig. N° 4. Gráficos correspondientes a vientos de otoño

Los vientos de otoño, aunque similares a los ya descritos, se puede observar sin embargo en los gráficos de la Fig. N° 4 que aunque soplando del mismo cuadrante su intensidad es algo mayor que en verano 80 km / h (22.22 m / s) pero las mínimas siendo de la misma intensidad que el resto del año prevalecen los de dirección normoroeste y sur, mientras que en la rosa de vientos de mínima la incidencia de los vientos cordilleranos no es tan notable.

Esta estación es la que tiene mayores períodos de calma, pudiendo observarse en el gráfico de frecuencia un valor anormal para la región patagónica del 43.13%. Esto implica que podemos establecer una relación de 2.5:1 días de viento respecto a calma.

En la Fig. N° 5 podemos ver concretamente cual es el porcentaje promedio por dirección, según la rosa de los vientos, y cuanto representa la calma total. Se desea aclarar de todas maneras que el término calma total no implica que durante las 24 horas se mantiene la misma, y por otra parte, está estadísticamente comprobado que en ningún caso la calma sobrepase los 3.5 días, lo cual favorece el cálculo de las baterías para el almacenamiento de la electricidad para esos períodos.

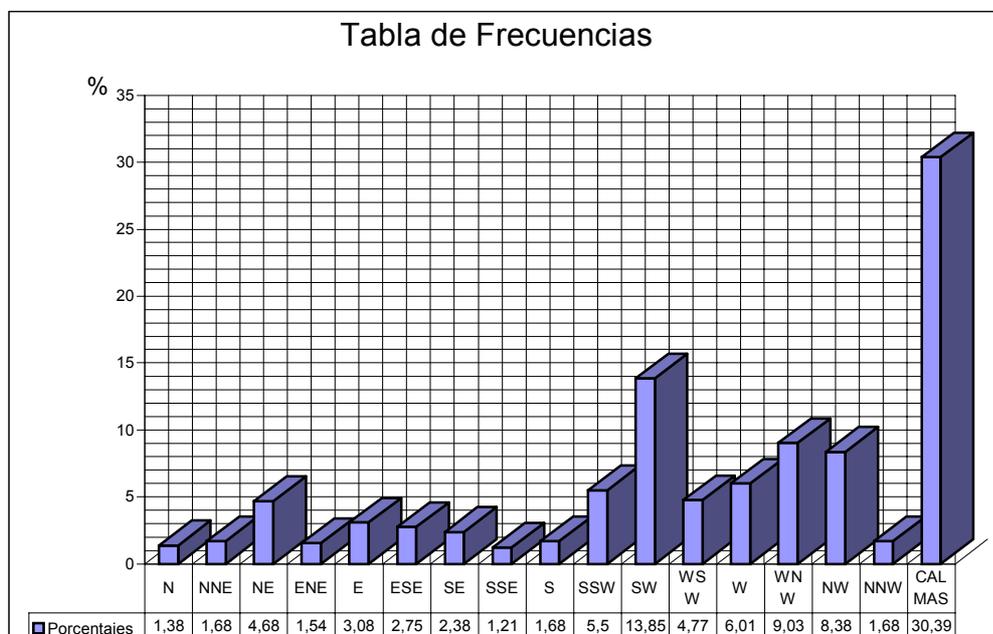


Fig. N° 5. Tabla porcentual de frecuencias según dirección predominante.

Hecho el presente análisis de los vientos, sus direcciones predominantes, intensidades y frecuencias, deseamos hacer un pequeño, y fundamental análisis de la calidad del viento en la región en cuestión, es decir, queremos ver la incidencia de la densidad del aire en relación a velocidad del mismo [4].

El potencial eólico (Pw), es decir la cantidad de energía aprovechable de viento por unidad de tiempo es función de

$$Pw = \frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot A \cdot V_1^3 \quad (1)$$

Un promedio ponderado de la densidad en la región de la meseta patagónica norte nos da valores del orden de 1.10 kg/m³ valor que es directamente proporcional al potencial eólico, mientras que el valor de la velocidad, que además de ser en valor absoluto, adimensionalmente, mucho mayor que el ya mencionado, varía en función cúbica creciente, dado que es difícil imaginar una velocidad de viento negativa.

Otro factor que debemos tener en cuenta es el coeficiente de potencia (Cp) (o sea la eficiencia del rotor) que nos relaciona la potencia mecánica lograda directamente con Pr y el potencial eólico ya calculado Pw

$$Cp = Pr / Pw \quad (2)$$

Mientras que un factor a tomar también en cuenta es el C_Q (coeficiente de torque) que nos relaciona el torque (Q) en un rotor con la presión dinámica, el área de rotor y su radio

$$C_Q = Q / \left(\frac{1}{2} \cdot \rho_a \cdot A \cdot V_1^2 \cdot R \right) \quad (3)$$

Aplicando las fórmulas expuestas a los cálculos correspondientes para aerogeneradores de baja potencia y grandes variaciones de viento podemos ver que un generador de eje vertical tipo Darrieus modificado (combinado con un arranque de palas tipo Savonius) es mucho más eficiente dado que con velocidades de viento muy bajas 1,5 a 2 m/s ya puede funcionar generando y por otro lado soporta vientos de grandes velocidades que los equipos de eje horizontal (tripala) no estarían en condiciones de operar normalmente, mas todavía si tenemos en cuenta las ráfagas que alcanzan los 120 – 130 km/h.

Volviendo a la incidencia de la variación de la velocidad en el potencial eólico (ecuación 1) basta con derivar la densidad con respecto al tiempo para ver que el potencial es prácticamente una constante, mientras que si derivamos con respecto al tiempo la velocidad veremos que varía en forma de una parábola creciente.

CONCLUSIONES

El potencial eólico de la zona norpatagónica, en especial la evaluada en este trabajo, zona Plaza Huinul y Cutral Co, es elevado y prácticamente constante a través de las diferentes épocas o estaciones del año.

La velocidad y variaciones de los vientos, es ideal para la instalación y uso de aerogeneradores del tipo Darrieus modificados con arranque en Savonius – desacoplable o no, dado que ya comienzan a generar con velocidades de 1,5 a 2 m / s, lo cual de acuerdo a los valores analizados y representados en los gráficos no dejan de soplar nunca, garantizando la provisión de energía eléctrica para los pobladores rurales dispersos.

Existe la posibilidad de provisión de equipos de diferentes potencias , pero variando de 1 a 20 kw de acuerdo a los requerimientos del poblador, escuela o posta sanitaria, a costos reducidos.

La posibilidad de una provisión ya sea directamente del aerogenerador o suplantada únicamente en los tiempos de calma por el sistema de acumulación con baterías, garantiza una provisión constante a los usuarios del sistema.

El mantenimiento de estos sistemas no es complicado y puede ser realizado por personas semicalificadas entrenadas a tal fin, debiéndose preverse un costo de generación a fin de que los equipos se amorticen y pasen a ser propiedad de los usuarios.

Esta variante de generación, dada que la provisión de materia prima, está asegurada mientras el sistema solar en el cual nos encontramos sobreviva, está garantizado ya que mientras tengamos gradientes térmicos tendremos vientos.

BIBLIOGRAFÍA

1. PROHASKA, F. 1976. World Survey of Climatology. Vol.12 – Climates of Central and South America. Ed. W. Schwerdtfeger. Elsevier Scient. Publishing Co. Cap. 2. The Climate of Argentina, Paraguay and Uruguay.
2. LICHTENSTEIN, E.. 1989. Some Influences of the Andes Cordillera on the synoptic circulation. Anales Thitd International Conference on the Southern Memisfere Metereology and Oceanography
3. Municipalidad de Cutral Co. 1996. Oficina de Servicio Metereológico del Aeropuesrto Municipal de Cutral Co. Reportes Diarios de Información Metereológica. 1990 – 1995.
4. MATTIO, H.F. y ROBERTS, G.A. 1995. Nociones sobre energía eólica. Centro Regional de Estudios Eólicos del Chubut. Publicación 01/95 C.R.E.E.

ABSTRACT:

The Studies Group on Energy and Environment of the Academic Unit Confluencia – U. T. N. – is committed to a project for the design and construction of a low-power aerogenerator. These generator are planned for the supply of electric energy to disperse rural population spots and periphery population with no access to municipal power supply in Plaza Huinul an Cutral-Co. Wind data collected during five years by the Cutral -Co Municipal Airport are being analyzed.

Founded on the study, a modified Darrieus generator was selected. Also, based on the duration of the eolic calm periods, the storage capacity of the associated DC batteries was chosen.