

## OPTIMIZACIÓN EN LA ELECCIÓN DEL AEROGENERADOR Y DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN DE VIENTOS EN LA REGIÓN DE BAHÍA BLANCA.

H.R. di Prátula<sup>1</sup>, Alfredo Juan<sup>2</sup>, D.Petris<sup>3</sup>, E.Guillermo<sup>4</sup>, A.Rossi<sup>5</sup>, R.Bocero<sup>6</sup>

GESE (Grupo de Estudios sobre Energía) UTN Facultad Regional Bahía Blanca

**RESUMEN:** El viento es la fuente de energía que los equipos aerogeneradores usan para generar energía eléctrica. La conversión del viento en energía mecánica y ésta en eléctrica es motivo de estudio y análisis permanente. La elección del tipo de convertidor mecánico-eléctrico está relacionada al sistema y a la fuente de energía, el viento.

El procesamiento de los datos obtenidos mediante un equipo de medición adecuado se convierte en dato del análisis del proceso de generación usando ecuaciones de distribución de probabilidad.

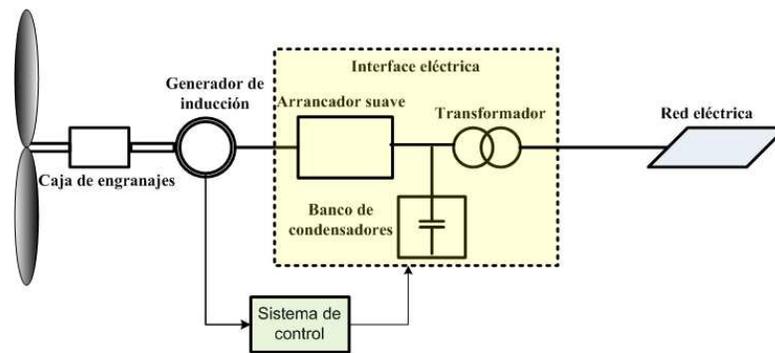
El presente trabajo analiza los modernos generadores considerando los datos de viento procesados en la región de Bahía Blanca y otras funciones de distribución para el procesamiento de los datos medidos con el objetivo de optimizar el cálculo.

**Palabras clave:** energía eólica, aerogeneradores, procesamiento, viento, Función de Weibull.

### INTRODUCCIÓN

El procesamiento de datos a partir de las mediciones efectuadas mediante un anemómetro y veleta se efectúan a partir de la función de Weibull o Raleigh. La investigación de los diferentes procesos a partir de la medición ha mostrado alternativas al procesamiento de datos por dichas funciones. Del mismo modo el actual aprovechamiento de los vientos regionales motivan el análisis del tipo de aerogenerador conveniente, hallándose que la tecnología actual propone máquinas sincrónicas con posibilidades de optimizar la relación entre la fuente de energía, el viento y la energía mecánica, así como una mejor interacción con la red eléctrica existente.

Durante la década pasada, los aerogeneradores eran de palas fijas (efecto Stall) y velocidad fija (variación de la velocidad menor del 10%) con generadores de inducción conectados directamente a la red a través de una interface eléctrica (Fig. 1) [1].



*Fig. 1 Aerogenerador de velocidad fija con banco de condensadores*

El aprovechamiento del viento dependía del ángulo de decalaje de las palas en el momento del montaje y que era calculado para los valores de viento procesados de las magnitudes y direcciones medidos en el lugar de emplazamiento.

No había posibilidad de control de potencia del parque eólico, el generador de inducción entregaba energía activa al sistema pero requería energía reactiva para magnetizarse, los huecos de tensión provocaban la detención del aerogenerador y la curva de potencia del aerogenerador no mostraba un valor constantemente igual a la potencia del generador habiendo superado la velocidad nominal del dispositivo (Fig. 2).

<sup>1</sup> Director del grupo GESE FRBB UTN – Co-Director del proyecto de investigación EAINBB788 (cod: 25/B014)

<sup>2</sup> Director del Proyecto de investigación -EAINBB788 (cod: 25/B014) – Prof. Tit. UNS – Dpto. Física

<sup>3</sup> Investigador del grupo GESE FRBB UTN

<sup>4</sup> Investigador del grupo GESE FRBB UTN

<sup>5</sup> Investigador del grupo GESE FRBB UTN

<sup>6</sup> Investigador del grupo GESE FRBB UTN

Los aerogeneradores de velocidad variable poseen máquinas asíncronas de doble bobinado o generadores síncronos conectados a la red mediante un enlace de continua; en ambos casos las variaciones de velocidad obtenidas son similares. En la segunda opción se encuentran los sistemas de transmisión directa que utilizan un generador síncrono multipolo sin caja multiplicadora. Como ejemplo, la Fig. 3 corresponde a un aerogenerador con generador de inducción doblemente alimentado, convertidor para el rotor bobinado, caja multiplicadora y compensador de reactiva, con un rango de velocidades limitado entre -50% a +30% alrededor de la velocidad sincrónica y convertidor de energía a escala reducida (bajas pérdidas de energía) con un control completo de energía activa  $P_{act}$  y reactiva  $Q_{react}$  requiriendo colector de anillos y caja de engranajes.

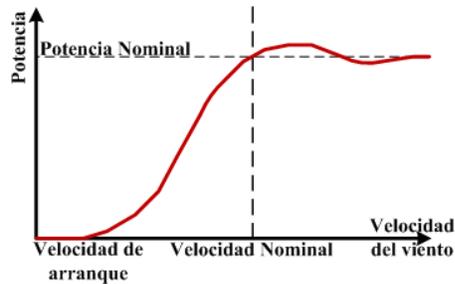


Fig. 2 Curva de potencia de un aerogenerador con "stall control".

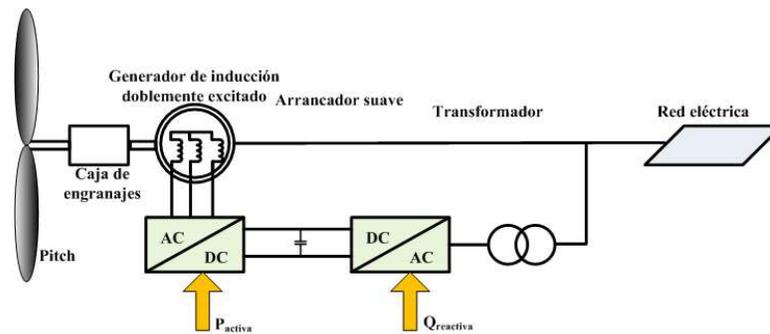


Fig. 3 Aerogenerador, con generador de inducción doblemente alimentado.

Además dentro de las posibilidades (relacionadas con el tipo de generador) existen las siguientes curvas asociadas al tipo de dispositivo de control de palas (la Fig. 2 exhibe el caso de palas fijas con velocidad constante y generador de inducción):

1. Velocidad constante – generadores de inducción – "stall control".
2. Velocidad variable – generadores síncronos – generador de inducción doble bobinado – "pitch control"
3. Velocidad variable – generadores síncronos – generador de inducción doble bobinado – "active "stall control"?"

La Fig. 4 muestra las curvas para los tres tipos de control de potencia en equipos de velocidad constante y velocidad variable.

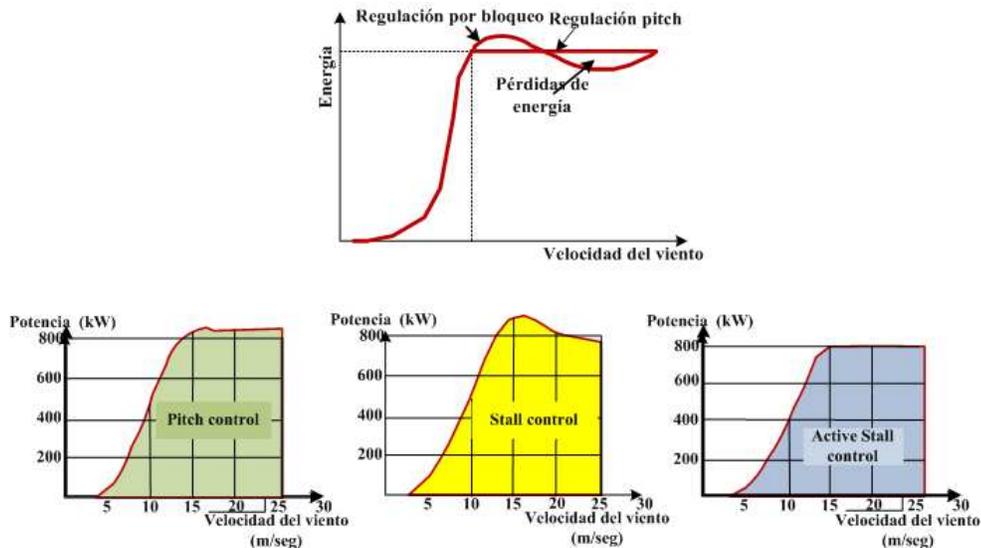


Fig. 4 Curvas de potencia para máquinas reguladas por Pitch, Stall y Pitch-Stall

En todos los sistemas mencionados hay un control de potencia asociado al equipo. Arranque, cuando el viento es menor que el necesario para producir energía y detenido cuando el viento supera el admisible. Turbina con carga parcial, capturando el

viento con el mayor aprovechamiento posible (entre 12 y 15 m/s) y a plena carga cuando el viento es mayor que la nominal y menor que el de desconexión.

Es importante para seleccionar adecuadamente el equipo a colocar en la región cuyos valores medidos deben procesarse, analizar los aspectos relacionados al aprovechamiento de los vientos y también la interacción entre el aerogenerador y la red eléctrica.

En conclusión, se requiere un buen procesamiento de datos y un análisis de los aspectos técnico – económicos para seleccionar adecuadamente el aerogenerador a utilizar. Se propone en este trabajo analizar ambos aspectos en relación a la zona sur de la provincia de Buenos Aires, cercana a la ciudad de Bahía Blanca.

### **INVESTIGACIÓN DE LOS AEROGENERADORES EN USO**

La zona ya cuenta con aerogeneradores de velocidad constante y “stall control”. Los mismos, han operado correctamente de acuerdo a su tecnología. Si bien los vientos no muestran turbulencia importante y son de un valor medio de aproximadamente  $8,5 \text{ ms}^{-1}$ , a 80 m de altura, con preponderancia marcada del sector NO-N-NE, el factor de capacidad ha sido menor que el estimado para la región. Se han presentado algunos inconvenientes eléctricos (huecos de tensión, hoy, superados por los nuevos sistemas de control, factor de potencia inadecuado, etc.) que pueden atribuirse a las redes eléctricas en la mayoría de los casos de media tensión (parques pequeños).

Los aerogeneradores ya existentes se conectan directamente a la red, sin convertidor y usan una caja multiplicadora y un compensador de energía reactiva para reducir la demanda de potencia reactiva a la red. Este último aspecto agrega un inconveniente ya que este tipo de generador no puede entregar energía reactiva, solo tomarla. Si bien están provistos con un banco de condensadores para que entreguen energía reactiva deberá ser sobre-compensados para que la energía reactiva presente un factor de potencia adecuado, especialmente si el parque aporta energía directamente a red.

### **SISTEMAS DE CONTROL DE POTENCIA**

1. Variación del ángulo de paso (“Pitch control”): proceso mecánico, de modo que el tiempo de reacción del mecanismo de cambio del ángulo de paso es un factor crítico en el diseño de la turbina. Existen dos posibilidades, si se supera la potencia nominal debido a una ráfaga de viento, tiene un mecanismo de control que aumenta el deslizamiento permitiendo que el rotor gire un poco más rápidamente, hasta que el mecanismo de cambio de paso de las palas pueda hacer frente a la situación, orientándolas, pasando a capturar menos potencia del viento; una vez que el mecanismo de cambio de paso ha hecho su trabajo, el deslizamiento disminuye de nuevo. Si el viento decae repentinamente, aplica un mecanismo inverso. Siempre modifica las palas para optimizar el ángulo de ataque.
2. Control por pérdida aerodinámica (“Stall control”): las palas tienen un ángulo fijo, evitan el uso de sistemas de control. Poseen un ángulo de incidencia del viento mayor en la base de la pala (unida al cubo) que en la punta, la pala está torsionada con el fin de que el ángulo de ataque sea el óptimo en toda ella para provocar gradualmente, a velocidades del viento altas, la pérdida de sustentación a lo largo de la misma. El diseño aerodinámico es complejo y presenta vibraciones provocadas por la pérdida de sustentación.
3. Control activo por pérdida aerodinámica (“Active stall control”): las palas pueden girar menos de  $10^\circ$ , “pitch”, para ajustar mejor el perfil de “stall” (pérdida) en la zona de altas velocidades del viento (18-25 m/s). Son similares a los de regulación por cambio del ángulo de paso, dado que ambos tienen las palas orientables. Para obtener una fuerza de giro razonablemente alta a velocidades del viento bajas, las palas se orientan (como máximo  $10^\circ$ ) como en los aerogeneradores de regulación por cambio del ángulo de paso. A velocidad nominal se diferencia de la regulación por cambio del ángulo de paso en que si el generador se sobrecarga, las palas de la turbina se orientan en sentido contrario al que lo harían las reguladas por cambio del ángulo de paso, o sea, se aumenta el ángulo de paso de las palas para que se produzca antes la pérdida de sustentación, con el fin de consumir el exceso de energía del viento generando turbulencias. La principal ventaja de la regulación activa por pérdida aerodinámica es que la producción de potencia se controla con más exactitud que con la regulación pasiva y, además, la máquina puede funcionar casi a potencia nominal para un amplio rango de velocidades del viento (en el caso de un aerogenerador con regulación pasiva por pérdida aerodinámica, a altas velocidades del viento se produce una caída en la producción de energía eléctrica, ya que las palas tienen una pérdida de sustentación mayor). El mecanismo de regulación suele ser hidráulico o eléctrico y se aloja en el cubo.

### **AEROGENERADORES DE VELOCIDAD CONSTANTE**

Los aerogeneradores de la Fig 5, series I, II y III, están conectados directamente a la red, sin convertidor, por lo que no es posible controlar rápidamente la potencia activa. La regulación pasiva por pérdida aerodinámica (II) no permite limitar la potencia.

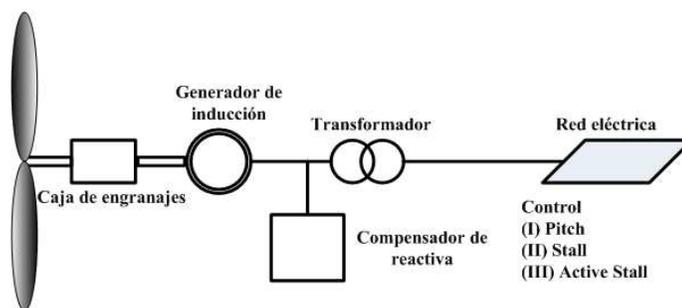


Fig. 5 Aerogenerador con generador de inducción, sin convertidor: Tipo (I) con regulación de potencia por variación del ángulo de paso; tipo (II) por pérdida aerodinámica; tipo (III) por pérdida aerodinámica activa

Puede regularse por variación del ángulo de paso (I) ó pérdida activa aerodinámica (III) con menos problemas estructurales. El arranque del generador se efectúa mediante un arrancador suave. Sin embargo para equipos de mayor potencia (2 MW) (Fig 6) se incorpora un “active stall” pudiendo mejorar el perfil de pérdida de las palas en la zona de vientos elevados (18 a 25 m/s). En la zona se han usado equipos con dos generadores, uno de potencia nominal para vientos medios y altos y otro de menor potencia para vientos bajos, buscando optimizar la generación.

El generador exhibido en la Fig. 6 presenta otras características que deben analizarse: en un rango de velocidad más alto presenta tensiones mecánicas más bajas con menores pulsaciones en la red, puede adaptarse al sistema compensando la energía reactiva y mejorando la conexión entre el rotor y el control de deslizamiento con “optislip”<sup>7</sup> con un campo de velocidad variable limitado al 5-10% de la velocidad nominal pero con elevada pérdida en el rotor. Su uso es interesante en lugares dónde existan ráfagas importantes de viento. En la zona objeto de nuestra atención pueden existir pero muy esporádicamente por lo que no parece ser conveniente su inclusión en la discusión y su costo mayor que el de inducción jaula de ardilla. La variación de la potencia (en la zona eso sería menor) provoca variaciones directas de la potencia de salida y la interferencia de las palas con la torre muestra flicqueo en la tensión de salida.

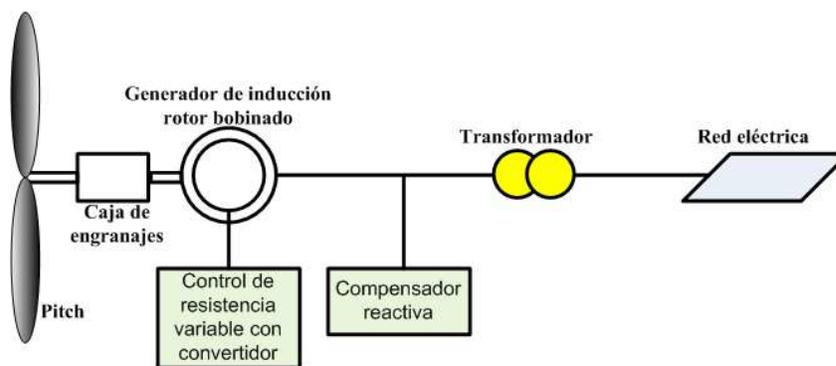


Fig. 6 Generador de inducción con rotor bobinado y control pitch

#### AEROGENERADORES DE VELOCIDAD VARIABLE

Un tipo de generador fue presentado en la Fig. 3. El generador se acopla directamente a la red eléctrica a través de un transformador, el rango de variación de velocidad es de aproximadamente  $-7\% \leq \text{velocidad sincrona} \leq +17\%$  puede variar el ángulo de paso o la velocidad (optimiza el proceso de regulación), tiene posibilidades de controlar la energía activa y reactiva que se inyecta a la red, no presenta inconvenientes a la hora de controlar las fluctuaciones de viento. Como aspecto negativo para las redes eléctricas existentes, no soporta adecuadamente los huecos de tensión [3].

En la actualidad, con velocidad variable se pueden usar un generador de inducción (Fig. 7a), dónde toda la potencia del generador pasa por el convertidor y posee caja de engranajes (soporta amplia gama de velocidades y carece de escobillas su tecnología ha sido probada y se obtiene un control completo de energía activa  $P_{act}$  y de reactiva  $Q_{react}$ ). Puede también utilizarse un generador sincrónico con caja de engranajes (Fig. 7b) con control completo de energía activa  $P_{act}$  y de reactiva  $Q_{react}$  aunque requiere anillos rozantes. El generador sincrónico sin cajas de engranajes es multipolo (Fig. 7c) grande y pesado con convertidor de energía a gran escala [4].

<sup>7</sup> Conexión óptica que evita la presencia de anillos rozantes. Transmite las señales de control para comunicarle al rotor el deslizamiento necesario enviando la señal a través de la electrónica del rotor cada vez que pasa por una fibra óptica fija [2].

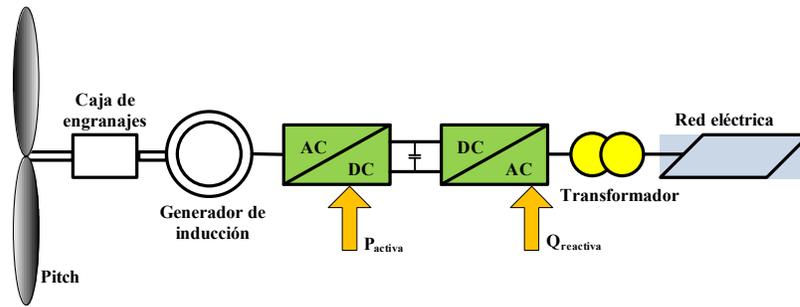


Fig. 7a Aerogenerador, con generador asincrono, caja multiplicadora y convertidor para toda la potencia.

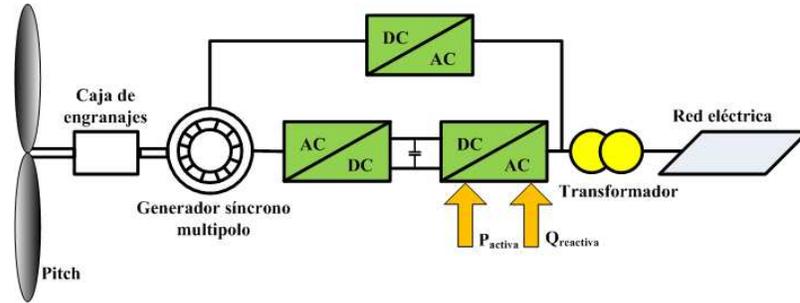


Fig. 7b Aerogenerador con generador sincrónico excitado mediante un pequeño convertidor, caja multiplicadora y otro convertidor para toda la potencia del generador.

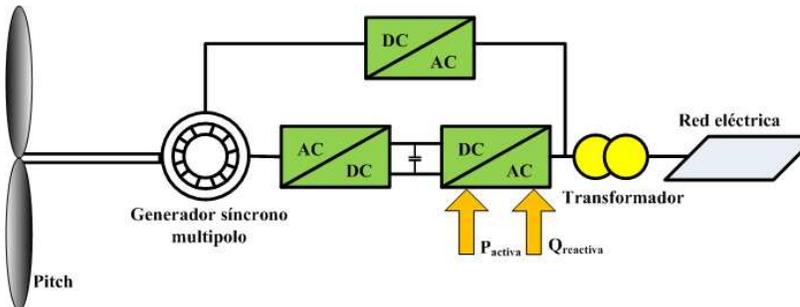


Fig. 7c Aerogenerador, con generador sincrónico multipolo, excitado mediante un convertidor de potencia parcial, con caja multiplicadora y otro convertidor para toda la potencia del generador.

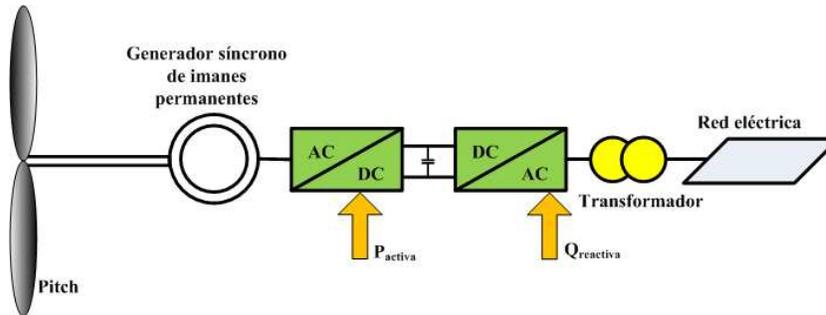


Fig. 7d Aerogenerador, con generador sincrónico multipolos de imanes permanentes, sin caja multiplicadora y con convertidor para toda la potencia del generador.

Finalmente en la Fig. 7d podemos observar un generador sincrónico multipolos de imanes permanentes. No posee caja de engranajes ni escobillas, con un control completo de energía activa  $P_{act}$  y de reactiva  $Q_{react}$ .

La ventaja del Pitch o el active “stall control” es innegable aunque la zona presenta un viento medio cercano a 9 m/s (frecuencia del 12%) y una frecuencia menor en vientos superiores a 15 m/s (3,5 %) (Fig. 8). Dado el tipo de red eléctrica existente (parques eólicos de 50 MW o mas) de 132 kV con recierre automático y posibles huecos de tensión el comportamiento de los diferentes generadores será [5]:

1. Generadores de Inducción (palas fijas): Se acelera el rotor y el aumento de corriente lo elimina de servicio provocando un nuevo arranque.

2. Generador de inducción doblemente alimentado: El aumento de corriente puede dañar el convertidor, puede usarse un sistema “crowbar” activo, que consiste en provocar un cortocircuito a la salida del rotor conectando a través de tiristores, cuando se detecta el incremento de corriente, unas resistencias, y convirtiendo el generador en uno de tipo jaula de ardilla. Una vez desaparecida la falta se vuelve a la condición inicial. También se puede insertar, al inicio de una falta, unas resistencias en el bus de continua entre los convertidores del lado rotor y lado red. Es posible usar en lugar de las resistencias un elemento de almacenamiento de energía tipo batería o bien superconductores, para conseguir que la tensión de continua no sobrepase sus límites nominales, devolviendo la energía a la red una vez eliminada la falta. En este caso es necesario aumentar la capacidad del convertidor.
3. Generador síncrono de velocidad variable y palas con sistema pitch: Los transitorios no lo afectan grandemente debido a que tienen instalado un doble convertidor por el que pasa toda la energía absorbida del viento a la red. El generador, por lo tanto, está desacoplado de la red

Se compararon dos aerogeneradores: el primero con “stall control” y el segundo con “pitch control” verificando la generación anual acumulada y la energía por viento. En la Fig. 8 puede observarse el resultado:

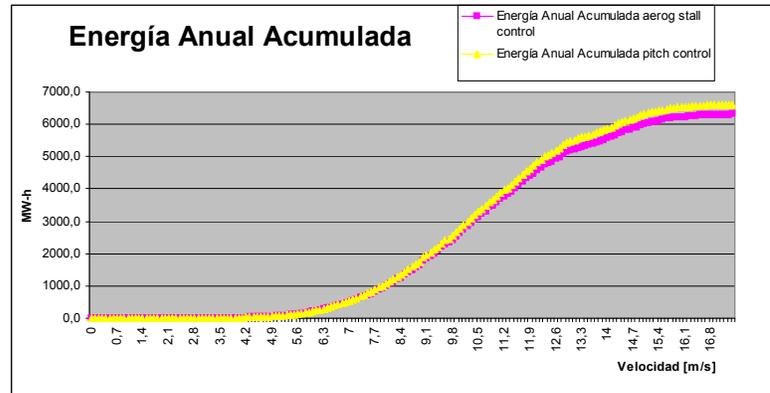


Fig. 8a Energía anual acumulada

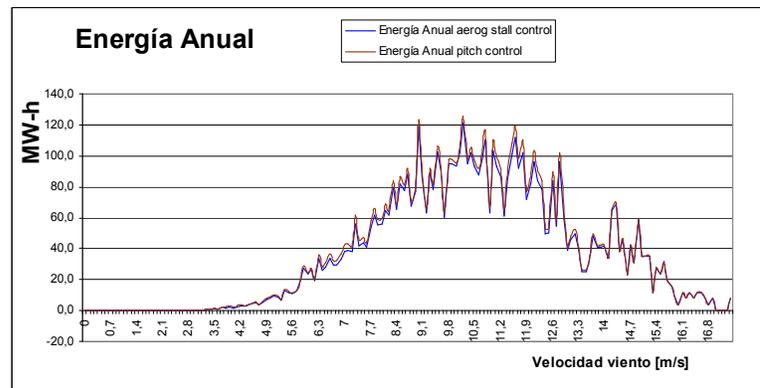


Fig. 8b Energía anual vs viento (m/s)

En el análisis comparativo se verificó que será mayor la energía acumulada generada en el aerogenerador con control pitch en un 5,31 %. Del mismo modo se verificó las condiciones de conexión a la red eléctrica comparando un generador de inducción con caja de engranajes y un generador multipolo sin caja de engranaje llegando a la conclusión que las fluctuaciones de tensión aguas arriba (huecos de tensión) producidas por nuestras redes eléctricas no provocarán la salida de los aerogeneradores de servicio en el caso de este último tipo de aerogenerador. De este modo, dado que para el caso de conexión de parques de potencia igual o mayor a 50 MW será fundamental evitar salidas intempestivas con el consiguiente perjuicio para el sistema eléctrico y su estabilidad, el aerogenerador con máquina sincrónica y control pitch parece adecuarse a los requerimientos de la zona. Al mismo tiempo dada las actuales leyes es importante destacar que estos aerogeneradores permiten el aporte de energía reactiva al sistema eléctrico como lo haría un generador térmico.

#### ESTUDIO DE LOS MÉTODOS DE PROCESAMIENTO DE DATOS DE VIENTOS MEDIDOS

La distribución de Weibull permite el procesamiento de los datos de medición de viento. Esta función continua, tiene una amplia aplicación y versatilidad y es ampliamente usada en el procesamiento de datos de viento. Su forma depende de parámetros de forma y de escala. Ambos parámetros surgen de datos medidos del viento permitiendo una buena aproximación al comportamiento real (medido) del viento.

Sin embargo, otras distribuciones continuas pueden describir con muy aceptable calidad la distribución real de las velocidades del viento, entre ellas distribución Beta y la distribución Gamma. Al igual que la distribución Weibull tienen una

amplia versatilidad y su forma dependerá de parámetros que deberán ser hallados para representar con adecuada aproximación el comportamiento del viento. En el caso de la distribución Beta los parámetros que modelan su forma son dos:  $\alpha$  y  $\beta$  además de un parámetro de escala. En este trabajo se efectúa una comparación entre ésta función y Weibull.

A partir de datos obtenidos por medición efectuados en las coordenadas 38°44'15.06"S y 62°26'57.96"O, se hallan los valores de los parámetros de forma y de escala de la distribución Weibull y de la distribución Beta usando el programa Crystal Ball (optimizando bajo el criterio del test Chi-Square) y luego se usan estos parámetros para determinar que grado de exactitud respecto a la real tienen en el cálculo de la energía anual que produciría un generador Bonus de 2,3 MW [6-8].

La distribución de frecuencia y la rosa de los vientos para una altura de 60 mts pueden observarse en las siguientes figuras:

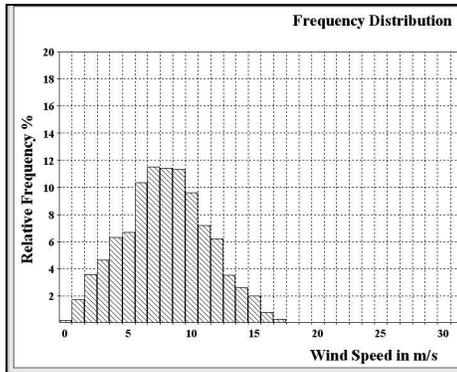


Fig. 9a frecuencia en % vs velocidad del viento en m/s

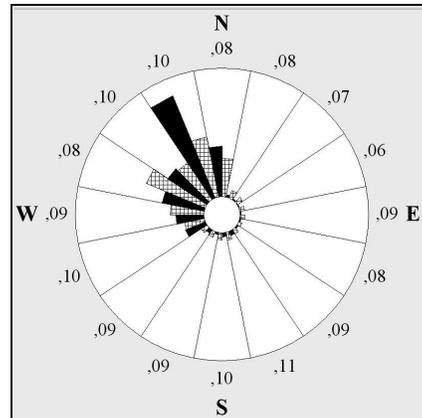


Fig. 9b Rosa de los vientos

Los resultados del cálculo de los parámetros de forma y escala de las distribuciones Beta y Weibull que mejor se aproximan a los datos de la velocidad del viento son usando Crystal Ball se observan en la Fig. :

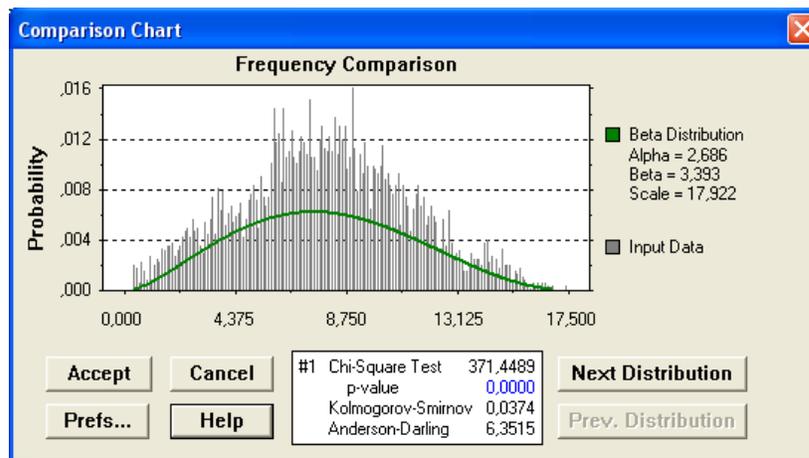


Fig 10 Distribución Beta

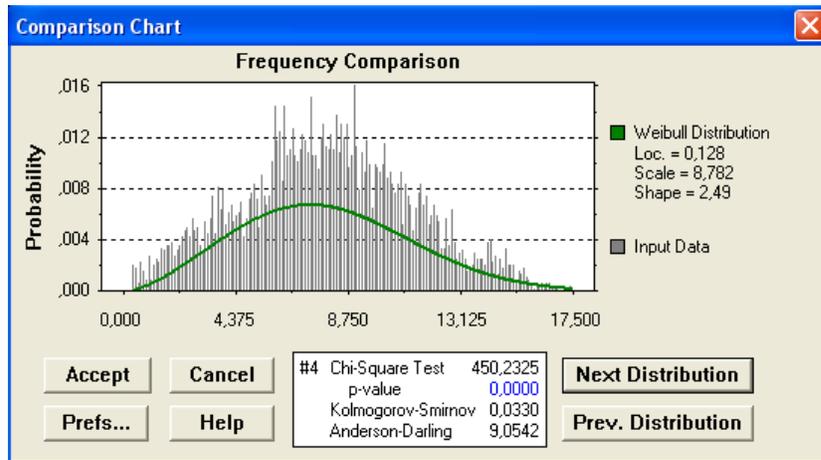


Fig 11 Distribución Weibull

Una vez determinados los parámetros de las distribuciones Weibull y Beta que optimizan su aproximación al comportamiento real del viento se realizó el cálculo mediante una planilla Excel de la energía anual que se obtendría usando: los datos reales del viento, la distribución de Weibull y la distribución Beta.

Los resultados son los siguientes:

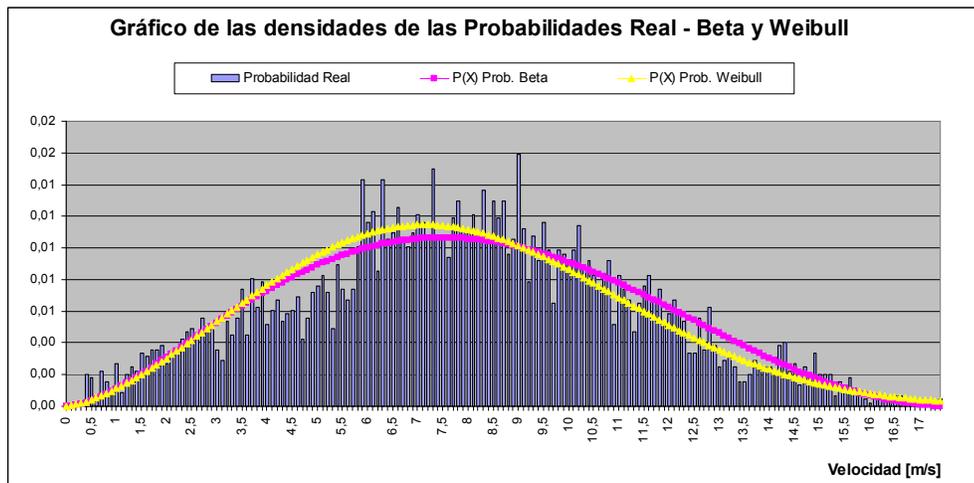


Fig 12 Gráfico de densidad de probabilidades con datos reales y las funciones Beta y Weibull

El gráfico de densidad de probabilidades muestra una mejor aproximación a los vientos reales en la zona media de la función Beta y en la zona alta de Weibull. Dado que en nuestra zona los vientos altos son de menor frecuencia parece optimizar mejor el cálculo la función Beta. La energía calculada mediante la función Beta (Figs. 13-15) y la función Weibull muestra, por lo tanto, una mejor aproximación mediante la primer función mencionada.

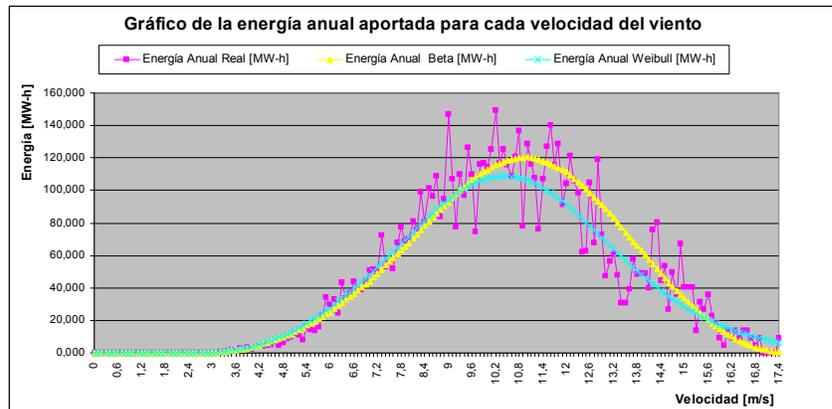


Fig 13 Gráfico anual de energía aportada por cada velocidad de viento en m/s usando datos reales y las funciones Beta y Weibull

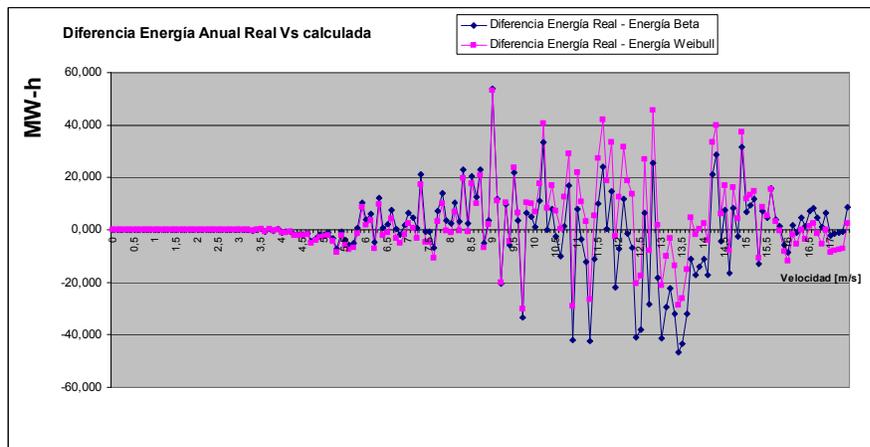


Fig. 14 Diferencia de Energía anual generada por los valores medidos y la calculada mediante las funciones Beta y Weibull

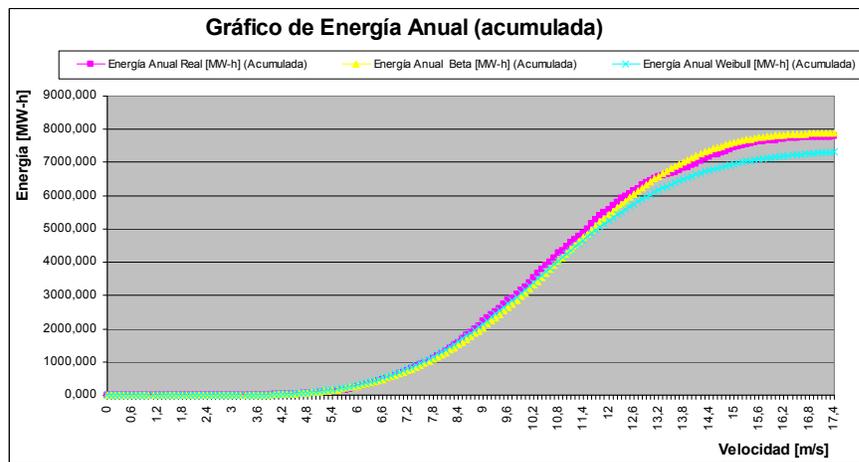


Fig 15 Energía anual acumulada usando datos reales y las funciones Beta y Weibull

Los resultados del total de energía anual son:

Energía Anual Real [MW-h]	Energía Anual Beta [MW-h]	Energía Anual Weibull [MW-h]
7782,347	7878,639	7312,317

Tabla 1 Resultados del total de energía anual usando los datos reales y las funciones Beta y Weibull

Para el caso del cálculo de la energía anual que es aportada para cada velocidad del viento el Desvío Std, referido a la energía calculada por los valores reales, de las aproximaciones Weibull y Beta son:

Desv Std Beta	42.4
Desv Std Weibull	39.9

Tabla 2 Desvío Standard de las funciones Beta y Weibull con respecto a la energía con valores reales

## CONCLUSIONES

- Desde el punto de vista de aprovechamiento del viento y mejor adaptación a la red eléctrica existente se considera que los aerogeneradores que mejor perspectiva tienen son con generadores sincrónicos y pitch o active "stall control".
- Bajo el criterio del Test Chi-Square la distribución Beta da una mejor aproximación que la distribución Weibull al comportamiento medido de la velocidad del viento.
- La energía total calculada con la distribución Beta aproxima mejor a la energía real calculada con los valores medidos del viento
- El desvío Std de la energía calculada por la distribución Beta respecto a la real calculada con los datos medidos para cada velocidad es levemente mayor que el desvío Std que nos da la distribución Weibull. Esto se encuentra vinculado al hecho que existe una mayor diferencia Energía vs. Energía calculada por distribución Beta en el rango de 10 a 14 m/s de velocidad y conociendo además que este rango aporta aproximadamente el 70 % de la energía anual. O sea en el rango de

mayor aporte energético la energía anual para cada velocidad que nos la distribución Beta posee más diferencia respecto a la real que nos da si usamos la distribución Weibull. Sin embargo en la región los vientos mayores poseen menores frecuencias y por lo tanto la aproximación por la función Beta sería correcta.

5. La energía anual calculada con la distribución Weibull es menor a la real, o sea nos da un valor más conservador.
6. Es importante que para cada lugar de medición se analice además de la aceptada distribución Weibull, otras funciones de distribución continuas entre las que podemos nombrar a la distribución Beta y la distribución Gamma.

#### REFERENCIAS

- [1]. Pedro Fernández Díez (2007) Energía Eólica - - <http://es.libros.redsauce.net/>
- [2]. Ridha Khadraoui and Mohamed Elleuch (20-22 July 2008) 5th International Multi-Conference on Systems, Signals and Devices. Comparison between OptiSlip and Fixed Speed Wind Energy Conversion Systems – Mohamed. ISBN: 978-1-4244-2205-0. pg 1-6.
- [3]. Sigrid M. Bolik.( October 2004) Institute of Energy Technology Aalborg University Modelling and Analysis of Variable Speed Wind Turbines with Induction Generator during Grid Fault. ISBN 87-89179-55-2
- [4]. L. H. Hansen, L. Helle, F. Blaabjerg, E. Ritchie, S. Munk-Nielsen, H. Bindner, P. Sørensen and B. Bak-Jensen. - Risø National Laboratory, Roskilde, Denmark (December 2001). Conceptual survey of Generators and Power Electronics for Wind Turbines. ISBN 87-550-2743-1. ISBN 87-550-2745-8 (Internet). ISSN 0106-2840.
- [5]. Vladislav Akhmatov (Abril 2003) Analysis of Dynamic Behaviour of Electric Power Systems with Large Amount of Wind Power (Phd Thesis) Electric Power Engineering, Orsted DTU Technical University of Denmark Kgs. Lyngby, Denmark. ISBN Softbound 87-91184-18-5. ISBN CD ROM 87-91184-19-3
- [6]. M Pidd - 1984 - Computer Simulation in Management Science – John Wiley & Sons, Inc. New York, NY, USA ISBN 0-471-97931
- [7]. R Evans, DL Olson (1998) - Introduction to Simulation and Risk Analysis. Prentice-Hall, Inc. Upper Saddle River, NJ, USA. –Ed. Prentice Hall – ISBN 0-13-621608-0
- [8]. J Banks, JS Carson, BL Nelson, DM Nicol – (2001) - osti.gov. Discrete Event System Simulation — Ed. Prentice Hall – ISBN 0-13-088702-1

**Abstract:** Wind is the energy source that aero generators devices employed to generate electricity. The conversion of wind into mechanic energy and this last one into electricity is purpose of permanent study and analysis. The choice of the type of mechanic-electric convertor is related to the system and the source of energy, the wind.

The processing of data obtained from adequate measure equipment becomes data to analysis the generation process using probability distribution equations.

The present work analyses the modern generators considering the processed wind data of the Bahia Blanca region and other functions of distribution for the treatment of data measured with the aim of optimize the calculus.

**Keywords:** wind energy, aero generators, processing, wind, Weibull function.