

ENSAYOS DE UNA TURBINA BANQUI PARA EXTRACCIÓN DE ENERGÍA EÓLICA

Jorge Lassig ^{*1}, Carlos Labriola ^{*1}, Juan Valle Sosa^{*1}, Ubaldo Jara^{*1} y

Gastón Buitrago ²

^{*1} Facultad de Ingeniería – Universidad Nacional del Comahue
Bs. As. 1400 – (8300) Neuquén - Argentina
- e-mail: lassig@uncoma.edu.ar.
² Profesional Independiente
e-mail: agbuitrago@yahoo.com.ar

RESUMEN

Se ha evaluado un prototipo de turbina tipo Banqui modificada para extracción de energía eólica de 1 kW, según la solicitud de Patente Nacional INPI N° P090101867, del Ing. Gastón Buitrago [1].

Las dimensiones de la misma fueron de un diámetro de 0,30 m por un largo de 0,50 m de eje horizontal.

La mencionada patente, tiene como particularidad, un sistema aductor consistente en un convergente que acelera el viento antes de entrar a la turbina propiamente dicha, logrando de esta manera extraer más energía, ya que esta depende de la velocidad al cubo.

En el ensayo se utilizó un fan de 3 CV de potencia, impulsado por un motor de CC, pudiendo ser regulada su velocidad. El torque se midió a través de un brazo de palancas a distintas rpm.

Se construyó la curva de potencia en función de la velocidad del viento antes y fuera del aductor, y se calculó el coeficiente de potencia (Cp) para una velocidad de referencia del viento de 10 m/s.

El Cp obtenido fue de 0,18. La característica principal es su sencillez, y el sistema aductor.

Este tipo de aerogenerador se aplicaría en la posible generación de energía eléctrica de un Edificio Integrado Eólicamente, localizado en lugares donde el viento estadísticamente provenga de una dirección preferencial, como pueden ser la costa Atlántica Argentina, y en el Norte de la Patagonia Continental.

Palabras Claves: turbina hidráulica, banqui, energía eólica.

1.- INTRODUCCION

Las turbinas eólicas que funcionan por arrastre aerodinámico, tienen un coeficiente de potencia C_p bajo, lo que no la hacen atractivas para la producción masiva de energía eléctrica, pero si se han desarrollado para experiencias de pequeña producción de energía como establecimientos aislados. Dentro de este tipo de turbina eólica, la más conocida es la Savonius.

Las turbinas Banqui son de origen hidráulico, y se caracterizan por su simplicidad y facil de construir, pero hay muy poco ejemplos en aplicaciones eólicas; Kawamura y Sato [2] realizaron estudios sobre una Banqui para eólica, Fukutomi y Nakamura [3] realiza un estudio en CFD del comportamiento de una Banqui de aire pero usada como bomba.

Hay muchos trabajos teóricos y experimentales en hidráulica, pero la forma de expresar el rendimiento energético en hidráaulica y en eólica son distintos. Por lo que enel presente trabajo se trató de medir la potencia desarrollada por este tipo de turbina y asi obtener el C_p para lograr su caracterización.

2.- DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El ensayo consistio en evaluar una turbina tipo Banqui-Eólica, consistente en un rotor de 30 cm de diámetro por 50 cm de largo con diez álabes, alimentada con una tobera de entrada para acelerar el flujo de aire, como se puede observar en las fotografías 1 y 2.



Fotografía 1: Rotor de la turbina Banqui-Eólica.

Fotografía 2: Aductor que acelera y guía al flujo de aire hacia los alabes de la turbina.

Para el ensayo se utilizó un soplador marca Ercole-Marelli impulsado con un motor eléctrico a CC de 3 HP, el torque se midió por medio de un brazo de palanca con pesas, y la velocidad de giro con un medidor digital de r.p.m., las fotografías 3 y 4 ilustran el ensayo.



Fotografía 3: Ventilador utilizado para impulsar el aire.



Fotografía 4: Medidor de torque consistente en un brazo de palanca acoplado al eje de la turbina por fricción.

3.- METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La velocidad en la garganta del aductor se la midió con un tubo Pitot. Para el valor medido expresado en altura de columna de agua, la fórmula empleada para pasarlo a velocidades, fue:

$$V = \sqrt{\frac{r_{\text{agua}} \cdot g \cdot H \cdot 2}{r_{\text{aire}}}} \quad (1)$$

donde $r_{\text{air}} = 1,18846 \text{ Kg/m}^3$ para Neuquén.

La altura manométrica H, hay que expresarlo en metros, y $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.

Para el cálculo de los momentos, la unidad de fuerza (peso) hay que expresarlo en Newtons, y el brazo de palanca en metros.

La velocidad angular es:

$$w = \text{RPM} \cdot \frac{2\pi}{60} \quad (2)$$

La Potencia medida en el eje será:

$$P_{\text{eje}} = \text{Momento} \cdot w \quad (3)$$

y las unidades estarán expresadas en Watts.

La potencia eólica disponible a la entrada de la turbina es:

$$P_{\text{disponible}} = \frac{1}{2} \cdot r_{\text{aire}} \cdot V^3 \cdot \text{Area} \quad (4)$$

El coeficiente de potencia de una turbina eólica se define como:

$$C_p = \frac{P_{\text{extraible}}}{P_{\text{disponible}}} \quad (5)$$

La Velocidad Específica \tilde{e}_r , se define como el cociente entre la velocidad tangencial (de punta de pala U_R) y la velocidad del viento (V_0).

$$i_r = \frac{U_R}{V_0} \quad (6)$$

4.- RESULTADOS

El ensayo sin carga (vacío) arrojó los resultados indicados en la Tabla I.

Altura Manom (mm)	RPM vacío	Velocidad (m/s)
4	274	8,12605772
6	400	9,95234752
8	508	11,491981
10	576	12,8484254
12	700	14,0747448
14	800	15,202462
20	900	18,1704175

Tabla I

Estos se grafican en la figura 1, donde se puede apreciar un aumento de las rpm proporcional al incremento de la velocidad del aire a la entrada de la turbina.

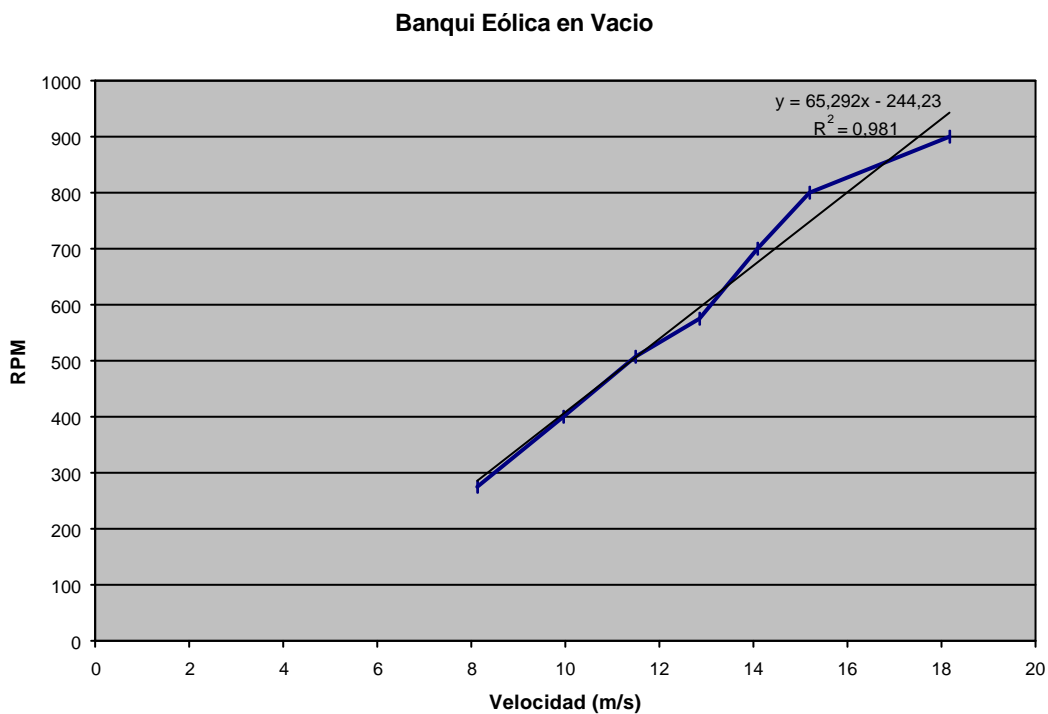


Figura 1: Variación de la velocidad angular (rpm) de la turbina Banqui Eólica en función de la velocidad de entrada del aire, según el ensayo realizado. Para carga en vacío

Posteriormente se realizaron mediciones con carga (solo hasta 12 m/s de velocidad de aire en la garganta), arrojando los siguientes resultados:

Alt.Man. mm	RPM vacio	RPM carga	Velocidad m/s	Peso gramos	Palanca cm	Momento N.m	Pot Carga Watt	Pot Ideal Watt	Cp	Ur	Vespecifica
4	290	200	8,12605772	32	24,5	0,0769104	1,60999104	23,9149877	0,06732142	3,14	0,38641123
4	290	160	8,12605772	32	50	0,15696	2,6285568	23,9149877	0,10991253	2,512	0,30912899
6	396	180	9,95234752	83	29	0,2361267	4,44862703	43,9346379	0,10125558	2,826	0,28395311
8	540	280	11,491981	83	30,5	0,24834015	7,278022	67,6418	0,10759652	4,396	0,38252761
10	600	300	12,8484254	83	46,5	0,37861695	11,8885722	94,5322894	0,12576203	4,71	0,36658188
10	600	230	12,8484254	83	33	0,5686959	13,690406	75,6258315	0,18102817	3,611	0,28104611

Tabla 2: Datos del ensayo de la turbina Banqui Eólica con carga.

5.- ANÁLISIS

En la figura 2 se puede apreciar el rango práctico de C_p para distintos tipos de aerogeneradores.

Al observar la misma, se puede llegar a las siguientes conclusiones: (1) en la parte izquierda de la curva están los aerogeneradores de alta resistencia al viento (gran arrastre); (2) en la parte derecha de la curva están los aerogeneradores de alta performance (gran sustentación).

Por lo que la turbina Banqui-Eólica debería estar en el grupo (1) a la izquierda de la figura.

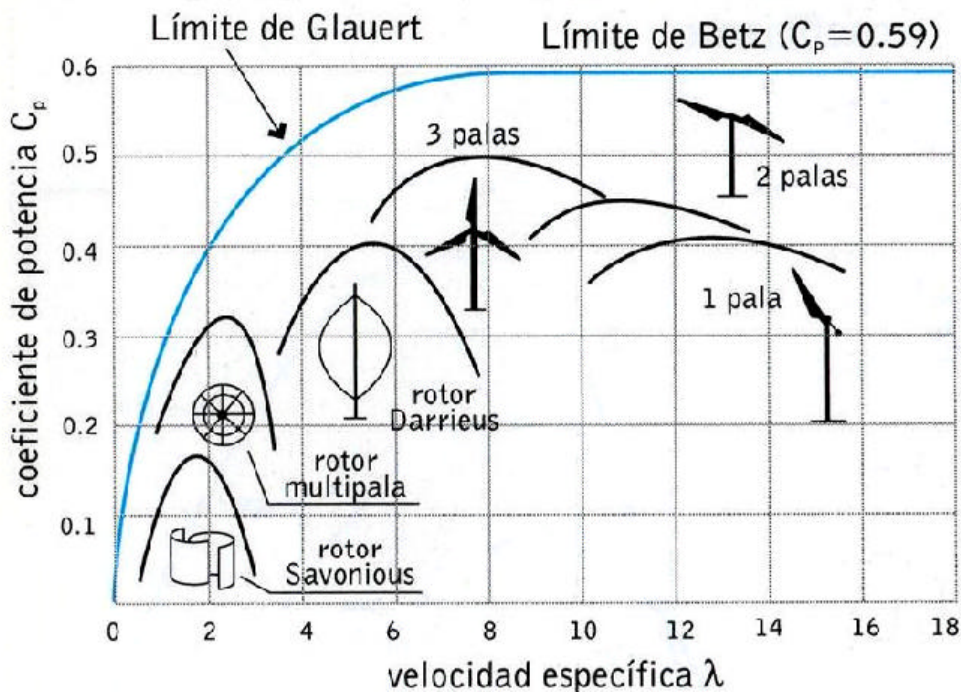


Figura 2: C_p para varios tipos de aerogeneradores

A continuación se grafica la curva C_p - λ para una turbina Savonius extraídos los datos de Jean-Luc Menet [4], y se la compara con los obtenidos en nuestros ensayos para la Banqui-Eólica.

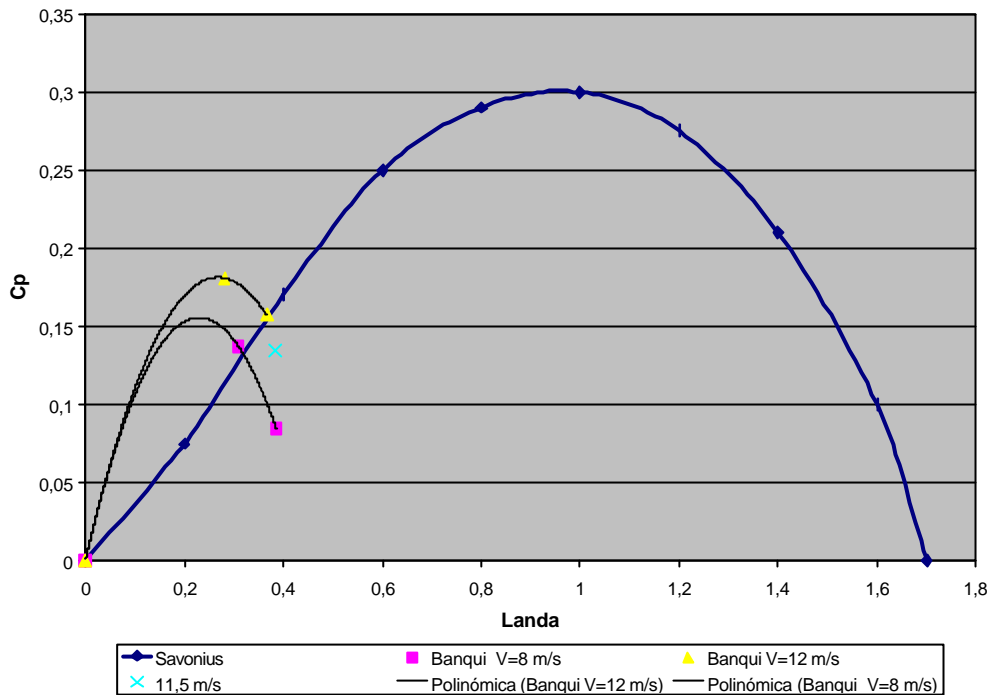


Figura 3: Cp comparativo entre una turbina Savonius y los ensayos de la Banqui-Eólica.

Se puede observar que los ensayos para velocidades de viento ingresando a la turbina de 8 y 12 m/s a dos cargas distintas, indican una tendencia de crecimiento del Cp en función de la velocidad del viento. También se puede observar que la velocidad específica es inferior a 1, típica de este tipo de turbinas.

6.- CONCLUSIONES

Bibliografía acerca de turbinas tipo Banqui aplicadas para extraer energía eólica es poco abundante, por lo que este trabajo aporta datos experimentales importantes.

La misma puede ser clasificada como una turbina eólica que funciona por arrastre aerodinámico, por lo que tendrá un relativo bajo coeficiente de potencia, y bajas velocidades específicas de funcionamiento. Los resultados obtenidos así lo confirman.

Por lo que se puede concluir que los ensayos iniciales hasta aquí realizados, son muy prometedores en cuanto al rendimiento a obtener por este tipo de turbinas, se puede especular que para altas velocidades de viento (superiores a 30 m/s) se podrá alcanzar un Cp del orden de 0,30.

REFERENCIAS

- [1] Gastón Buitrago; solicitud de Patente de Invención Nacional INPI N° P090101867, del 26/05/2009, Título "Turbomolino Eólico y Sistema de Control".
- [2] Kawamura, T. and Sato, Y.; "Numerical simulation of the flow around a cross-flow wind turbine"; Graduate School of Humanities and Sciences, Ochanomizu University, Tokyo; Registro de Investigación 1288, Tomo 44-5144 RIMS de 2002; pp 44-50.
- [3] Fukutomi, J. and Nakamura, R.; "Performance and Internal Flow of Cross-Flow Fan with Inlet Guide Vane"; JSME International Journal, Series B, Vol 48, N°4, 2005.
- [4] Jean-Luc Menet; "A double-step Savonius rotor for local production electricity: a design study"; Renewable Energy 2004; 29: pp 1843-1862.