

TURBINAS SAVONIUS PARA BOMBEO DE AGUA

Marcelo A. Gerez - Guillermo E. Gonzalo
Instituto de Acondicionamiento Ambiental - FAU - U.N.T.
Avda. Roca 1900 - 4000 - Tucumán - Argentina
Tel. + 54-381.4364093 int.125-Fax.: +54-381.4364141 - Email: gegonzalo@arnet.com.ar

RESUMEN

El presente, es un informe sobre el desarrollo de turbinas Savonius aplicadas al bombeo de agua, llevado a cabo mediante iniciativa privada y con asesoramiento técnico del Instituto de Acondicionamiento Ambiental perteneciente a la FAU - UNT. Dichas turbinas y el sistema de bombeo fueron diseñados por M.A.Gerez y construidas en la ciudad de San Ramón de la Nva. Orán (Salta). Desde el año 1995 hasta fines de 1998 se efectuaron ensayos de estos aerobombes de eje vertical en prototipos de escala 1:1 y bajo condiciones reales de servicio, para la determinación de sus parámetros operacionales. Dichos ensayos consistieron en medir el caudal bombeado y el viento correspondiente para su posterior tratamiento estadístico, lo que permitió definir el rendimiento y ajustar los coeficientes aplicados en el diseño. Con estos datos y otros aportados por la turbina estudiada en el I.A.A, se están desarrollando turbinas, por convenio con el Instituto Técnico de la UNT, que serán instaladas en el campus universitario de la UNT y en zonas rurales.

INTRODUCCION

Con el objeto de desarrollar un sistema eólico de muy bajo costo para bombeo de agua en la zona del Chaco Salteño, una microempresa radicada en Orán (Salta) dedicada a perforaciones para captación de agua subterránea, ejecutó con el asesoramiento del Instituto de Acondicionamiento Ambiental de la F.A.U. - U.N.T., un plan de trabajo consistente en el diseño, construcción y ensayos de turbinas Savonius.

El producto de este emprendimiento fueron dos prototipos de aerobombes de eje vertical, los cuales se han concebido para asistir a grupos poblacionales dispersos como ser: misiones aborígenes y asentamientos rurales de bajos recursos, localizados en el Dpto. Rivadavia (Salta), a fin de atenuar las graves consecuencias que sufren debido a la escasez de agua:

- Altos índices de mortalidad infantil.
- Enfermedades hidrotansmisibles endémicas.
- Mortandad de ganado.
- Cese anticipado del ciclo lectivo escolar.
- Nomadismo de núcleos familiares y ganado hacia los ríos Bermejo y Pilcomayo.

A pesar de que el agua apta para consumo se encuentra en napas de profundidad variable entre los 15 y 30 m de profundidad, no se efectúa en la región un aprovechamiento de la misma, debido a que los sistemas de bombeo mediante energía convencional y no convencional, están fuera del alcance de las disponibilidades económicas de la mayoría de estos pobladores.

DESCRIPCION DEL AEROBOMBEO KALAI

El sistema extractor esta compuesto por una turbina Savonius (Fig. 1) como elemento motor. Esta turbina a través de dos engranajes cónicos (Fig. 2), reciclados del sistema planetario del diferencial de un automotor, provee el movimiento circular en el plano vertical con el torque suficiente para accionar un mecanismo de biela -manivela conectada a la varilla de una bomba de pistón de simple efecto.

DISEÑO DE LAS TURBINAS

Las turbinas fueron proyectadas en función del viento de diseño adoptado (3 m/s) y la dotación diaria demandada por persona (50 l/día), según datos recabados in situ. Tomando como referencia el número de integrantes de un grupo familiar tipo de la zona (10 personas) lo que implica una dotación mínima diaria de agua igual a 500 l, a ser bombeada en un lapso de 6 horas con el viento de diseño, se determinó el caudal respectivo. Conforme a la instalación hidráulica a disponer y el mecanismo de transmisión, se diseñó la bomba a emplear (diámetro y recorrido) a fin de calcular la menor cupla de arranque y potencia necesaria para dicho caudal.

Debido a que se desconocía la velocidad relativa de estas turbinas para el rango de velocidades de viento a aplicar (10-15 km/h), se optó en esta etapa por admitir un coeficiente de rendimiento aerodinámico medio igual a 0,15. El mismo fue rectificado a la luz de los resultados obtenidos en las experiencias posteriores.

Se construyeron así dos modelos de aerobombardores denominados Kalai I (Fig. 3) y Kalai II en escala real, los cuales fueron ensayados bajo condiciones reales de servicio, obteniéndose tras cuatro años de mediciones, los rendimientos que se detallan más adelante (Tabla 1).

Para el de diseño de las turbinas, se emplearon las siguientes expresiones:

$$M_{\min} = \alpha 1. (\gamma . h . A b . e) \quad (1)$$

$$N_{\min} = \alpha 2. Q . h . g \quad (2)$$

$$P(\text{rotor}) = 1 / 2 . C p . \gamma a A r . V^3 \quad (3)$$

Donde:

M_{min} : Momento Mínimo (torque) necesario para el arranque.

N_{mínimo}: Potencia mínima necesaria para el bombeo.

P(rotor) : Potencia desarrollada por la turbina.

$\alpha 1$: Coeficiente de mayoración : 1,20

γ : Peso específico del aire.

h : Altura manométrica de bombeo.

Ab : Area del cilindro de la bomba.

e : Brazo de la manivela.

$\alpha 2$: Coeficiente de mayoración. : 1,9

Q : Caudal de bombeo.

g : Aceleración de la gravedad.

Cp : Coeficiente de rendimiento aerodinámico: 0,15

Ar : Area del rotor

V : Velocidad del viento de diseño.

γa : Peso específico del agua.

EQUIPO Y METODO UTILIZADO PARA LAS MEDICIONES

Para las mediciones en los ensayos se ha utilizado una miniestación meteorológica WEATHER WIZARD III con microprocesador de 8 bytes, 2Kbytes de memoria RAM con capacidad de almacenamiento de 60 dias. La misma cuenta con un anemómetro de tres copelas semiesféricas, de 50 mm de diámetro y una veleta. El sensor de velocidad fué instalado en una torre metálica con una altura igual a la de montaje de la turbina (8 m).

El proceso de medición consistía en registrar el volumen de agua proporcionada por la bomba en intervalos de 1- 3 - 12 - 24 hs. y determinar la velocidad media registrada en esos lapsos, a traves de las mediciones almacenadas minuto a minuto en la miniestación y posteriormente procesadas con el software Weatherlink ® de Davis Instrument.

Efectuando un tratamiento estadístico en Excel 5.0 de los valores de dotación en correspondencia a las velocidades tipo determinadas, se calcularon los valores medios y su desviación standart que permitió la construcción de las tablas de rendimiento.

CONCLUSIONES

La aplicación de las turbinas Savonius para el bombeo de agua en la zona del Chaco Salteño, ha dado resultados satisfactorios. Estas máquinas eólicas constituyen un medio idóneo y económico para el abastecimiento de agua subterránea. Si bien no exhiben igual eficiencia que los molino multipalas americanos ante vientos superiores a los 5 m/s, presentan importantes atributos respecto a estos:

- Bajo costo constructivo y de mantenimiento.
- Capacidad de operar con vientos de poca velocidad (3m / s).
- Sencillez y robustez de sus mecanismos. La mayoría de ellos se ejecuta con piezas recicladas de desguace.
- No precisan sistema de orientación.
- Baja velocidad de rotación ante vientos fuertes debido a su capacidad de autorregulación.

Estos sistemas, convenientemente diseñados para las condiciones particulares de cada región, constituyen un elemento eficaz para mejorar la calidad de vida (abastecimiento de agua-electricación) de grupos poblacionales postergados del NOA.

AEROBOMBARDOR DE EJE VERTICAL - KALAI I

Rotor:

Tipo: Savonius

Superficie del rotor : 4 m²

Material: Chapa galvanizada de acero Cal. 24

Mecanismo de transmisión:

Dos engranajes cónicos a 45°

Relación de desmultiplicación: 3:1

Parajes en donde se realizaron las pruebas:

a) San Bernardo. Dpto. Rivadavia- (Salta)

b) Santa Victoria. Dpto. Rivadavia- (Salta)

Lapso en que se efectuaron los ensayos:

Enero 1995 - Diciembre 1996

a) Condiciones de servicio

- Altura manométrica de bombeo: 20 m
- Diámetro del cilindro de la bomba empleada: 2"
- Altura de montaje: 8m
- Sistema de compensación por contrapeso en manivela.

Resultados obtenidos

Tabla 1 Valores ajustados:

Viento (km/h)	Caudal (Lts / h)
10	150
15	250
20	450
25	600 *

* Para este caudal se aumenta el recorrido del pistón a 30 cm.

Recomendaciones:

- Muy buenos rendimientos para altura hidráulica de elevación de 15 m o menos.
- Puede operar con vientos de hasta 8 km/h con una relación de desmultiplicación 6:1 y altura manométrica de bombeo igual a 10m.

AEROBOMBEADOR DE EJE VERTICAL - KALAI II

Rotor:

Tipo: Savonius

Superficie del rotor : 6 m²

Material: Chapa de acero Cal. 18

Mecanismo de transmisión:

Dos engranajes cónicos a 45°

Relación de desmultiplicación: 6:1

Parajes en donde se realizaron las pruebas:

a) La Vertiente Dpto. Rivadavia- (Salta)

b) Santa Victoria. Dpto. Rivadavia- (Salta)

Lapso en que se realizaron los ensayos

Mayo 1997 - Diciembre 1998

a) Condiciones de servicio

- Altura manométrica de bombeo: 30 m
- Diámetro del cilindro de la bomba empleada: 3"
- Sistema de compensación por contrapeso.

Resultados obtenidos

Tabla de valores ajustados:

Viento (km/h)	Caudal (Lts / h)
10	150
15	300
20	500
25	800 *

* Para este caudal se aumenta el recorrido del pistón a 30 cm.

BIBLIOGRAFIA

- Mario A. Rosato : Diseño de Máquinas eólicas de pequeña potencia - Edit. Progensa. S.A. Sevilla
 - Brenda y Robert Vale: La Casa Autónoma- Edit. Gustavo Gili, S.A. Barcelona.
 - Ortega A. : The ecol operation - Instituto Mac Gill - Research Brace. Quebec (Canadá)
 - Takenori Ogawa - Haruo Yoshida: The Effects of a deflecting Plate and Rotor End Plates on performance Savonius - Type Turbine - Edic. Bulletin of Hyogo University (Japan).
 - Le Gourrieres Desire: Energía Eólica - Editorial Masson



Fig1 Turbina Savonius



Fig. 2 Mecanismo de transmisión



Fig. 3 Aerobombeador Kalai. Instalado en Sta. Victoria Este, Departamento Rivadavia, Salta