

HIDRORED

RED LATINOAMERICANA DE MICRO HIDROENERGÍA

ISSN 0935 - 0578

1/99



Turbina axial, proyecto HDG.

Estimados lectores,

En la presente edición se enfoca el tema de las pequeñas turbinas axiales, de hélice o reacción, y se incluye información sobre diseño preliminar, experiencias de laboratorio y aplicación en campo.

Asimismo, damos inicio a la publicación de la revista "Pequeños Molinos de Viento". Ésta tocará temas acerca de la "pequeña eólica" ampliando el alcance de la revista, tal como lo indicáramos en nuestra edición anterior. Esta revista se publicará conjuntamente con HIDRORED a manera de inserto, con el compromiso de acompañarnos en 4 ediciones.

Queremos agradecer públicamente a todas las personas que presentaron sus resúmenes de trabajo para el VIII Encuentro Latinoamericano a desarrollarse en Cuenca, Ecuador, del 18 al 22 de octubre.

El Comité Editorial



Turbinas de hélice para picocentrales hidráulicas

Por A. A. Williams

SINOPSIS

Este artículo presenta un diseño simplificado de una turbina de hélice para el accionamiento directo de un generador de inducción. Esta unidad constituye una tecnología promisoría para su empleo en sistemas de hidrogenación de bajas caídas en la electrificación de pueblos de países en vías de desarrollo. En la Universidad de Nottingham Trent (Gran Bretaña) se ha construido y ensayado en el laboratorio una turbina prototipo para estudiar su comportamiento.

INTRODUCCIÓN

Muchas de las máquinas hidráulicas disponibles hoy en día para generar energía en lugares de bajas caídas, tales como las ruedas hidráulicas y las turbinas de flujo transversal, tienden a ser voluminosas y rotan a muy bajas velocidades. Por ello, requieren de mecanismos de multiplicación de velocidad, tales como cajas de engranajes o transmisiones de faja y polea con el objeto de aumentar la velocidad de giro. Cuando una turbina acciona directamente a un generador, aparecen muchas ventajas respecto a los sistemas de faja y polea y engranajes, como un aumento de la vida útil de los cojinetes del generador y la reducción de los costos; asimismo, requiere poco mantenimiento, la instalación es más simple y mejora la eficiencia del grupo. El costo y la confiabilidad aumentan aún más cuando se usan motores de inducción como generadores en lugar de generadores síncronos (1). Las máquinas de inducción requieren menos mantenimiento que los generadores síncronos, son más robustas y son capaces de resistir condiciones de sobrevolución. Para potencias menores de 20 kW son más baratas y de mayor disponibilidad, especialmente en países menos industrializados.

Se ha realizado el desarrollo de una turbina de baja caída y bajo costo para accionar directamente un generador de inducción en base a los exitosos grupos "Peltric" (Pelton Turbine/Induction Generator) (2). Los grupos Peltric son ahora muy comunes en Nepal y Sri Lanka y se fabrican también en Colombia, Perú e Indonesia. Muchas de estas unidades están dotadas de reguladores de generadores de

inducción (IGC), los cuales mantienen la frecuencia y el voltaje dentro de límites muy estrechos para una operación autónoma. Los reguladores del tipo IGC están siendo fabricados por ingenieros entrenados en los mismos lugares donde se fabrican los grupos Peltric, lográndose una reducción del costo del regulador, y permitiendo asimismo su reparación por parte de personal local, llegado el caso.

VELOCIDAD DE LA TURBINA Y DISPOSICIÓN DEL GRUPO

Por lo general, los motores de inducción se encuentran disponibles en unidades de 2, 4 y 6 polos. Cuando giran operando como generadores de inducción, la velocidad es mayor que la velocidad sincrónica correspondiente de modo que, por ejemplo, un generador de 50 Hz rota a 3100 rpm, 1550 rpm y 1030 rpm. La turbina de baja caída que se describe ha sido diseñada para girar a 1030 rpm o a 1550 rpm, usando motores con velocidades nominales de 960 o 1440 rpm, respectivamente. Los generadores de 2 polos no son aconsejables por diferentes razones.

Para la disposición del grupo, se realizó una comparación entre las diferentes combinaciones de diseño en cámara abierta (o de pozo) o de admisión cubierta, posición de montaje del generador, rueda directriz axial o radial, cojinetes lubricados con agua o grasa, rotor montado en voladizo o centrado. La disposición que se eligió como la más conveniente para el rodete de hélice/generador de inducción fue la de un diseño con admisión cubierta (cámara espiral), rueda directriz radial y eje vertical, como se muestra en la fig. 1.

La admisión de la turbina es una carcasa espiral fabricada de placa metálica, como se muestra en la fig. 2. El distribuidor está empernado en el centro de la carcasa de admisión. Esto permite que el generador

pueda montarse cerca al rodete por medio de una extensión del eje del generador. La fabricación, el montaje y mantenimiento se simplifican de esta manera debido a que los cojinetes internos del generador de inducción actúan como cojinetes de la turbina. La parte central de la turbina se fabricó a partir de un tubo de placa de acero de 150 mm (6 pulgadas).

USO DE PLACAS METÁLICAS PARA LOS ÁLABES DEL RODETE

Por lo general, el rodete de una turbina hidráulica de flujo axial se diseña con álabes de perfil de ala de avión (3). Sin embargo, dichos perfiles requieren técnicas de fabricación y destrezas que no es fácil encontrar en países en vías de desarrollo. El uso de placas de espesor constante, dobladas y alabeadas según el perfil deseado, constituye una alternativa ideal respecto al diseño convencional usando perfiles de ala de avión en cuanto a la simplicidad de fabricación y costos de manufactura. Hace muchos años, se

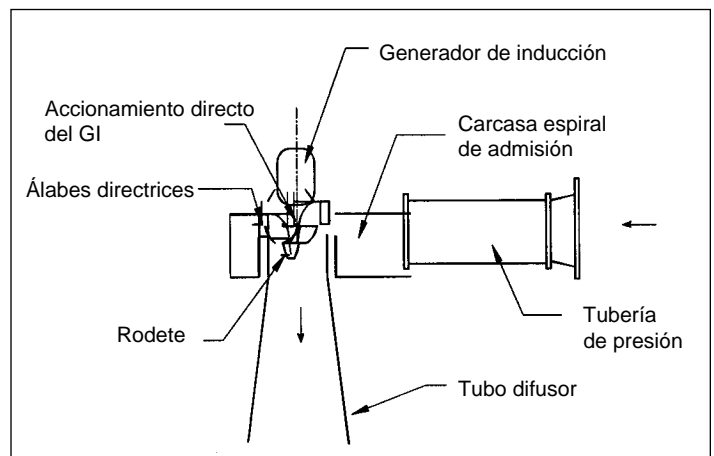


FIG. 1: Corte meridiano del grupo turbina de hélice/generador de inducción

han realizado experimentos en ventiladores axiales con números de Reynolds similares a los de pequeñas turbinas hidráulicas, mostrando que usando álabes de espesor constante a partir de placas metálicas se podría obtener eficiencias iguales a las obtenidas con perfiles de ala de avión (4), cuidando que se mantengan la curvatura y el álabes. Mayores detalles sobre la metodología de diseño del proto-



tipo de la turbina hélice se pueden obtener de la referencia (5).

En la práctica, no es fácil fabricar un rodete de sólo 150 mm de diámetro con paletas alabeadas y con un perfil correcto. Los álabes del rodete del primer prototipo (fig. 3) tienen un perfil ligeramente en S en el borde externo. Posteriormente, se fabricó un segundo rodete por comparación, usando tecnología CNC, con lo cual se logró tener perfiles de acuerdo a los cálculos del diseño. Los álabes de este último rodete poseen el mismo espesor constante, pero la curvatura y el alabeo han sido logrados correctamente de acuerdo al diseño deseado.

Los ensayos muestran que el primer rodete tenía un comportamiento muy pobre debido a la imprecisión de la fabricación. Para mejorar esta situación, se estudiaron dos opciones. La primera consistió en usar métodos más sofisticados para curvar y lograr el alabeo correcto de los álabes. La segunda, estudió si era posible modificar el perfil de los álabes (por ejemplo, reduciendo el alabeo total) para facilitar la fabricación sin que se altere significativamente el comportamiento de la turbina.

DESARROLLO DEL PROTOTIPO Y RESULTADOS DEL ENSAYO

Para el efecto, se construyó el prototipo de una turbina de hélice en el Departamento de Ingeniería Mecánica y de Manufactura en la Universidad de Nottingham Trent. Se puso un especial énfasis en el proceso de construcción, usando materiales y equipo de manera que las condiciones de fabricación se parecieran a las que se puede encontrar comúnmente en los talleres de los países en vías de

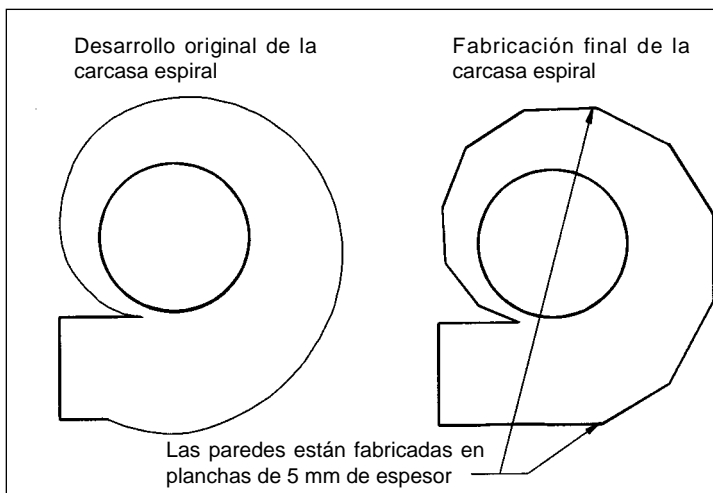


FIG. 2: Diseño de la carcasa de admisión

desarrollo. El prototipo no es idéntico al propuesto en el diseño final debido a los requerimientos del ensayo. Por ejemplo, para la observación de la cavitación, se usó un tubo transparente en lugar de un tubo de acero en la cubierta del rodete. La turbina accionó un generador de C.C. de velocidad variable midiéndose el torque con un transductor para lograr una medición precisa de la potencia al eje. El diseño y las características de operación del prototipo se muestran en las tablas 1 y 2.

La eficiencia de 54%, a pesar de que es baja comparada con la que alcanzan las turbinas grandes, se considera aceptable para los fines propuestos. En realidad, es buena si se la compara con otros diseños de turbinas pequeñas para saltos bajos (6), muchas de las cuales han sido más caras en su fabricación.

La tabla 3 muestra los resultados de los ensayos de la primera turbina operando a 1040 rpm. Tanto el salto como el caudal son más bajos, de modo que la potencia de entrada es menor. Sin embargo, la eficiencia es 0.73 de la eficiencia de la turbina con el rodete fabricado con un proceso más avanzado.

CONCLUSIONES

Se ha probado un diseño simple de una turbina hélice. El empleo de álabes de una geometría simple de arco de círculo y hechos de placa de acero de espesor constante, es capaz de ofrecer una turbina de buen comportamiento. El diseño permite usar materiales y tecnologías locales brindando un sistema confiable, robusto y de fácil mantenimiento, necesario para comunidades remotas. Sin embargo, el rodete original en el que se usó técnicas simples de curvado y fabricación, ofreció una eficiencia muy pobre. La

dificultad en fabricar un rodete con precisión constituye un problema serio para el que se requiere mayor investigación. Se tiene la intención de desarrollar, a partir de este diseño, un rango estandarizado de turbinas de hélice con generadores de inducción integrados. Si se emplea varios diseños de rodetes y la opción de generadores de 4 o 6 polos, sería posible cubrir un buen rango de caudales y saltos.

REFERENCIAS

- SMITH, N. P. A. *Motors as generators for micro - hydro power*. Intermediate Technology Publications: London. 1994.
- SMITH, N. P. A. (et al). "Directly coupled Turbine - Induction Generator systems for micro-hydro power". In: *Proceedings of the 2nd World Renewable Energy Congress*, pp. 2509-16. University of Reading, UK., 13-18 September 1992. Pergamon Press Ltd.: Oxford. 1992
- TURTON, R. K. *Principles of Turbomachinery*. 2nd ed., Chapman & Hall : London. 1995
- ECKERT, B. *Neuer erfahrungen an*



FIG. 3: Prototipo del rodete original

Tabla 1: Características de diseño de la turbina prototipo	
Número de álabes del distribuidor: 8	Diámetro externo: 149 mm
Número de álabes del rodete: 4	Diámetro del cubo: 60 mm

Tabla 2: Características operativas de la turbina prototipo (con rodete CNC)	
Salto: 2.6 m	Velocidad: 1070 rpm
Caudal: 58 l/s	Eficiencia de la turbina: 54%
Potencia de entrada: 1.48 kW	Potencia al eje: 0.80 kW
Eficiencia del GI: 75%	Potencia eléctrica estimada: 600 W



Tabla 3:
Características de operación de la turbina prototipo (rodete original)

Salto: 2.0 m	Velocidad: 1040 rpm
Caudal: 48 l/s	Eficiencia de la turbina: 39%
Potencia de entrada: 0.94 kW	Potencia al eje: 0.37 kW

Überdruck axialgebläsen. VDI-Zeitschrift Bd. 88 Nr 37/38, 16 September, 1944.

5. DEMETRIADES, G. M. and WILLIAMS, A. A. "The design of low - cost propeller turbines for stand alone micro - hydroelectric power generation units". In: Proceedings of the 10th Conference on Fluid Machinery, pp. 116-24, Budapest

- Hungary. 11 - 13 September, 1995. Scientific Academy of Mechanical Engineers : Budapest. 1995.

6. PARKER, G. J. 1996. A theoretical study of the performance of an axial flow turbine for micro hydro installation. Proceedings of Institution of Mechanical Engineers part A : Journal of Power and Energy. 210(A2), pp. 121-129.

Reconocimiento

El diseño, desarrollo y ensayo de la turbina de hélice ha sido realizado por el Sr. Georgios Demetriades, estudiante investigador del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica para su proyecto de tesis doctoral (PhD Degree).

Para mayor información, contactar a:

Dr. A A Williams

Department of Mechanical and Manufacturing Engineering

Nottingham Trent University

Burton St. Nottingham, NG1 4BU

Tel: 0115 - 941 84 18 ext. 2313 or 2031

Email: a.williams@domme.ntu.ac.uk

Picoturbina axial en los llanos de la Orinoquia

Mauricio J. Gnecco

"La esplendidez y magnificencia de los Llanos no puede comprenderse sino viéndolos. La pluma es impotente, las palabras y frases son inadecuadas, y todas las descripciones demasiado pálidas para dar a conocer este inmenso territorio que, semejante a un mar en calma, se extiende hasta donde la vista no alcanza, y confunde sus límites con la bóveda azulada en el horizonte..."

(Padre Juan Rivero, S.J. 1728)

En el Llano se unen dos grandes realidades: la del agua y la de los seres humanos. Los llaneros, hombres recios dedicados a las faenas de la ganadería deberían ser denominados "tritones" antes que "centauros", ya que dependen tanto de sus destrezas acuáticas y conocimiento náuticos como de su fuerza para permanecer asidos al lomo de sus caballos.

El Llano es un sistema con multitud de ríos, caños y canales, que permanece parcialmente inundado desde abril a diciembre. Sus corrientes portan enormes caudales que discurren lenta y turbiamente durante la estación de lluvias, y se ven enormemente disminuidos durante la estación seca. La topografía plana da origen a infinidad de lagunas, pantanos y humedales (esteros) que, rodeados por bosques tropicales frondosos, albergan una fauna muy variada.

Para los llaneros la vida es dura en una como en otra estación. Por exceso o por defecto. Cuando hay agua, ésta se desborda, aniega y se extiende. Cuando seca,



Equipo electromecánico de la picocentral axial

queda tan poca que falta hasta para cubrir las más mínimas necesidades. Por eso los llaneros de hoy han desarrollado una variada colección de destrezas tecnológicas, mezcla de conocimientos indígenas, europeos y africanos que resultan particularmente ingeniosos.

Las casas de los hatos (fincas o haciendas) se construyen teniendo en cuenta las distancias más propicias a las fuentes de agua y al límite de los bosques o matas de monte, donde abunda la cacería y la pesca. Por eso las distancias normales a una corriente de agua son de unos 100 a 500 metros. En la fuente de agua, generalmente construyen una posa, represa o acceso seguro, para que animales y humanos puedan llegar al agua todo el año.

*Cuando murió el canoero
Dejó una bonita herencia,
una viuda muy hermosa
de fina y sana presencia.*

*La canoa con la palanca
y el hermoso canaleta,
quién pudiera darse el lujo
de andar sobre la corriente,
solamente con la viuda
provoca ir al garete.*

*La llevaría a conocer
infinidad de puertos,
como lo hizo el canoero
por amor antes de muerto,
ese gusto le daría
yo soy bonguero-experto.*

Melecio Montaña,
poeta y folclorista llanero



Picocentral y bomba de ariete "combinación ideal"

Muchos han comprendido las bondades de las energías renovables y colocan molinos de viento en medio de las sabanas alejadas de las corrientes de agua, que gracias a los fuertes vientos veraniegos suministran abundante, fresca y limpia agua.

Pero allá en el caño, en la corriente represada, existe un potencial energético que se está empezando a aprovechar con turbinas de bajas caídas.

En las fotos se ilustra uno de los primeros equipos para generación hidroeléctrica que se instaló en la zona: una picocentral con turbina axial y generador auto-

motriz, por el momento, pues se va a cambiar por un generador de inducción.

Está construida en base a una "Y" de PVC de 6" de diámetro, dentro de la cual se colocó una simple hélice de 4 aspas de paso fijo y sin alabeo. Esta hélice acciona un generador mediante una multiplicación de poleas y correas en V tipo automotriz.

El agua, unos 50 l/s, proviene del represamiento de un caño que suministra un caudal de 70 l/s en lo "fino" de la temporada seca. Asimismo, se aprovecha la caída de 3 m. para accionar una bomba de ariete que suministra el agua para la casa del hato ubicada a 150 m. del sitio donde están colocados la picocentral y el ariete.

La picocentral opera satisfactoriamente desde mayo de 1998 sin mayores interrupciones, salvo una de 10 días durante los cuales se reemplazó el buje sumergido de teflón por un "paquete" de sellos hidráulicos y rodamiento de bolas. Hasta hoy la

solución del "paquete" ha dado muy buenos resultados. Ninguna pieza de PVC está "soldada", únicamente se utiliza sellante de silicona suave para impedir fugas, pues la cabeza es tan baja que no existen presiones que ameriten soldadura. De otro lado, la silicona permite zafar cada parte sin mayor esfuerzo.

La potencia estimada en el eje de la máquina es de 750 W; un rendimiento bajo, pero estamos trabajando en ello. Lo fundamental es que se está satisfaciendo una necesidad contemporánea, la electricidad. No es necesario ya el ruidoso y contaminante grupo electrógeno Diesel de 5HP con eficiencia del 10 % por estar operado para suministrar sólo 200 ó 500 W, que es la demanda de una vivienda campesina aislada.

Al menos con una eficiencia global del 30% en la picocentral se está contribuyendo a un desarrollo sostenible y crecientemente feliz. Así sea por Colombia en PAZ, ¡pregúntenle a los hijos de HERMES!

Esta experiencia ha sido posible gracias al aporte de Fundación Horizonte Verde. Los interesados pueden contactar a: Hermes Daza. Puerto Gaitán-Meta-Colombia Mario Mejía. Fundación Horizonte Verde mmejia@villavicencio.cetcol.net.co Mauricio J. Gnecco, mauriciog@itdg.org.pe

Comparación de costos de fabricación entre turbinas axial y de flujo transversal para bajas caídas

Carlos Bonifetti, Alfonso Uribe

INTRODUCCIÓN

Las turbinas axiales tipo "S" para microcentrales hidroeléctricas en bajas caídas (2 a 10 m) son una opción alternativa a las de flujo transversal o Mitchell-Banki diseñadas para ese rango.

En el mercado de países desarrollados existen modelos comerciales de turbinas axiales para microcentrales de precios relativamente altos. Por otra parte, las turbinas de flujo transversal están ampliamente difundidas en el mundo y se construyen en pequeños y medianos talleres, con tecnologías intermedias, a costos relativamente bajos. Sin embargo, las turbinas axiales tipo "S" son más sencillas, tienen menos piezas y requieren menos mano de obra en su fabricación que las de flujo transversal, factores que hacen atractiva su construcción y aplicación en sitios de bajas caídas.

En Chile, se ha diseñado y ensayado modelos de turbinas axiales con rotores de 150 a 250 mm de diámetro en el De-

partamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María, en Valparaíso, con resultados promisorios, especialmente en cuanto a los rendimientos alcanzados. Los modelos construidos corresponden al programa de un proyecto FONDECYT-CORFO (1).

En este trabajo se presenta un estudio de comparación de costos de fabricación de una turbina de flujo transversal MTF modelo TU-202/200 y una turbina axial tipo "S" MTF modelo TA-150, construidas durante el primer trimestre de 1997 en la empresa MTF Ltda., de Concepción, Chile. La turbina axial corresponde a un proyecto de desarrollo e innovación tecnológica FONTEC-CORFO (2). La turbina de flujo transversal pertenece a una serie de fabricación estándar de la empresa.

ESPECIFICACIONES

Las especificaciones generales de ambas turbinas se presentan en los tres

cuadros que se publican en la siguiente página de este artículo.

COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Del análisis de los cuadros de costos se deduce que la turbina de flujo transversal resulta de un costo de fabricación mayor que la de flujo axial, US\$ 3.458 y US\$ 2.288, respectivamente. Esto es, un 51% mayor. Partiendo del costo de la turbina axial, éste es un 66% del costo de la turbina de flujo transversal.

Los resultados confirman la apreciación inicial, en cuanto a la mayor sencillez de la turbina axial, lo que debía dar como resultado un costo de fabricación menor. Como conclusión, desde el punto de vista del costo, resulta evidente la ventaja de la turbina axial sobre su competidora, en el rango de bajas caídas.

La diferencia fundamental entre ambos tipos de turbina está en la forma de la curva característica de rendimiento hi-



Costo de fabricación turbina TU - 202/200

Los costos de fabricación de la turbina de flujo transversal se presentan en la siguiente tabla:

MATERIALES (j)	Unidad kg	Valor Unitario US \$/ kg	Costo US \$
Acero	90	0,7	63
Acero SAE 1045, ejes	10	1,2	12
Acero, mecanismo accionamiento	10	1,2	12
Fundición nodular, válvula	13	0,9	11,7
Descansos a rodamientos	-	-	96
Otros: pernos, mats. Menores, etc.	-	-	40
Soldadura	4	2	8
Galvanizado	90	0,4	36
Sub total			278,7
MANO DE OBRA (ji)	Hh	US \$/Hh	US \$
Fabricación calderería y soldadura	107	11	1177
Fabricación rodete	70	11	770
Torno: Eje rodete, eje válvula	40	11	440
Torno: válvula, refrentado y agujero	12	11	132
Retorneo rodete/eje	12	11	132
Ajustes, armado-desarme-armado	48	11	528
Sub total	289		3179
TOTAL			3457,7
(j) El valor de materiales incluye costo directo más gastos administrativos puesto en fábrica.			
(ji) El valor de mano de obra incluye costos de administración.			

dráulico vs caudal. En la turbina de flujo transversal, dicha curva es más plana, dando un buen rendimiento con caudales alejados de nominal. En cambio, en la turbina axial esa curva es más aguda, con un rendimiento cercano al máximo, en una banda bastante más estrecha en el rango de caudales que en el caso anterior. Esto significa que la turbina axial es,

Turbina axial TA -150

Características constructivas.

- Disposición: horizontal o vertical, a elección.
- Carcasa: de tubería de acero comercial 6" diámetro, ASTM A-53 Sch. 40, con bridas estándar ASA, tipo cuello soldable, 6" - 150 LBS WOG - y curva(s) de acero estándar de 6". Difusor de descarga cónico, de chapa de acero comercial S137.
- Álabes directrices: en la entrada, de acero comercial, construcción soldada.
- Protección anticorrosiva: por galvanizado en caliente.
- Descanso interior: con buje de bronce lubricado por agua con inductor de flujo de agua de lubricación de technil.
- Rodete: de álabes de paso fijo, de fundición de bronce, de una pieza, pulido, enchavetado al eje.
- Cubo trasero: perfilado a torno, de technil.
- Eje: de acero SAE 1045.
- Descanso externo: ubicado aguas abajo del rodete, en consola, con caja estándar porta-rodamiento para soportar carga axial y radial, lubricado con grasa, con sello mecánico.
- Sello mecánico: estándar comercial para bombas centrífugas.

Características de diseño y operación:

Diámetro:	150 m
Paso:	fijo
Álabes directrices:	fijos
Altura neta caída:	2 - 10 m
Caudal:	60 - 160 l/s
Potencia eje turbina:	1,1 - 9 kW

operativamente, menos flexible que la de flujo transversal.

En cuanto a los aspectos de diseño, cabe destacar la importancia de la corona de álabes directrices de entrada para mantener alto el rendimiento hidráulico. En lo relacionado con el aspecto constructivo, para fabricar la turbina axial se debe contar con facilidades para la confección del modelo y la posterior fundición del rodete, respetando los perfiles hidrodinámicos de las secciones del álabe ordenados por los cálculos.

A modo de comentario final, a la vista de los resultados y conclusiones, creemos que se debe continuar trabajando en el desarrollo y la producción de las turbinas de flujo axial para microcentrales en el rango de diámetros normalizados que resulte adecuado, paralelamente a la realización de pruebas de comportamiento y rendimiento de prototipos en campo.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) FONDECYT, Fondo CORFO de apoyo a la investigación tecnológica para universidades e institutos de investigación.
- 2) FONTEC, Fondo CORFO de apoyo a la innovación tecnológica para pequeñas y medianas empresas (PYMES).
- 3) CORFO, Corporación de Fomento de la Producción, ente estatal cuyo objetivo actual es apoyar el desarrollo.

Para mayores informes, dirigirse a:
 Carlos Bonifetti Dietert y
 Alfonso Uribe Oyarzo
 e-mail: mtf@cepri.cl

Costo de fabricación de turbina TA - 150

Los costos de fabricación de la turbina axial se presentan en la siguiente tabla:

MATERIALES (j)	Unidad kg	Valor Unitario US \$/ kg	Costo US \$
Cañería acero 6" Sch.40	11	1,1	12,1
Bridas estándar	45	1,2	54
Codos acero 6"	45	1,2	54
Acero corona y descanso a rodamiento	-	-	180
Acero, eje	13	1,2	15,6
Otros: pernos, mats. menores, etc.	-	-	40
Rodete, fundición bronce, pulido	3	86	258
Technil	-	-	12
Sello Mecánico	-	-	11
Soldadura	2	2	4
Galvanizado	102	0,4	40,8
Sub Total			681,5
MANO DE OBRA (ji)	Hh	US \$/Hh	US \$
Repaso bordes rodete	8	11	88
Torno: eje	13	11	143
Torno: bujes y descanso	18	11	198
Ajustes, armado-desarme-armado	27	11	297
Sub total	146		1606
TOTAL			2287,5
(j) El valor de materiales incluye costo directo más gastos administrativos puesto en fábrica.			
(ji) El valor de mano de obra incluye costos de administración.			

Turbina de flujo transversal TU - 202/200

Características constructivas.

- Entrada: horizontal, con brida.
- Carcasa: de acero comercial A 37-24 ES (St 37), tipo partida ("split case"), construcción soldada sistema MIG.
- Protección anticorrosiva: por galvanizado en caliente.
- Rodete: de acero, con álabes de sector de cañería comercial, construcción soldada, sistemas MIG y TIG, ranuras de discos practicadas mediante corte por plasma con ayuda de compás.
- Eje: de acero SAE 1045, retorneo de rodete y eje después de terminadas las soldaduras y refrentado de caras exteriores de los discos extremos.
- Balanceo del rodete: dinámico, certificado.
- Descansos: estándar con rodamientos de bolas, en consola.
- Válvula reguladora: válvula reguladora de flujo de perfil hidrodinámico, de fundición nodular, refrentada al torno, con perforación y chavetero.
- Eje de válvula: de acero SAE 1045.
- Mecanismo: de accionamiento de la válvula de tornillo oculto y husillo, con manivela.

Características de diseño y operación:

· Diámetro de rotor:	200 mm
· Ancho de rotor:	200 mm
· Altura neta de caída:	3 - 35 m
· Altura neta de caída (*):	3 - 10 m
· Caudal (*):	60 - 110 l/s
· Potencia eje turbina (*):	1,3 - 7 kW

(* Para el rango de bajas caídas.



El concepto “Manual del Usuario” aplicado a grupos hidrogenadores

Jaime Espinoza

RESUMEN

En el desarrollo y posterior aplicación de equipos que aprovechan energías renovables, ya sea hidráulicos eólicos o solares, se ha dejado de lado el concepto “Manual del Usuario”. Esto es, una guía destinada al usuario, fácil de entender, que le permita comprender el principio de funcionamiento de su equipo, de qué partes consta, cómo se inspecciona, cómo se cambian los repuestos y se identifican los componentes que son necesarios reponer (Part Number).

El planteamiento general es el siguiente: ¿por qué al comprar un artefacto tan sencillo como un electrodoméstico, u otro más complejo como un automóvil, resultaría inconcebible que venga sin las instrucciones de operación y al comprar una turbina eólica, una turbina hidráulica pequeña, un calentador de agua solar etc., no es costumbre, al menos en Chile y tal vez en Latinoamérica, proporcionar un “Manual del Usuario” en la mayoría de ellos?

En este sentido, el presente trabajo pretende aportar tomando como ejemplo los grupos hidrogenadores portátiles. Ejemplos similares se pueden desarrollar en la aplicación de microturbinas hidráulicas. Este aspecto ha resultado ser de mucha importancia para asegurar la continuidad en la operación de equipos instalados en zonas aisladas y puede ser un interesante enfoque para investigadores y proveedores de equipos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se basa en las experiencias personales del autor, con motivo de la realización de diferentes proyectos, inspecciones, evaluaciones, modernizaciones y desarrollo de equipos en el ámbito del aprovechamiento energético de pequeños recursos hidráulicos. También es una autocrítica. Se supone que todos los que trabajamos en el campo de las energías no convencionales estamos convencidos de las ventajas que representan estas alternativas renovables, así como de su viabilidad económica, técnica y social. Sin embargo, no es menos cierto que son escasos los proyectos exitosos llevados a cabo en esta dirección, por diferentes motivos: falta de organización local, inadecuada gestión del proyecto, falencias técnicas

en el diseño de las obras, mala calidad de equipos, discontinuidad del servicio técnico, inexistencia de planos, etc. Estas situaciones se repiten a nivel local y

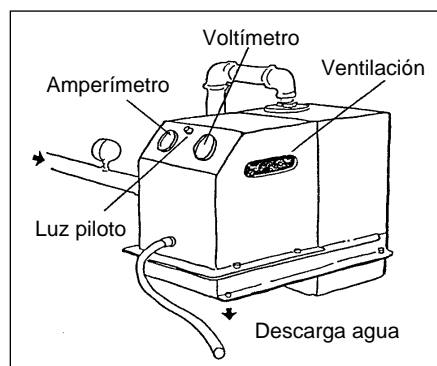


Fig. 1: Vista general del Hidrogenador

latinoamericano, por lo que debemos asumir con respeto y responsabilidad esta tarea. Los proyectos energéticos renovables son viables, pero tenemos que asegurar su sustentabilidad

DESARROLLO

Los proyectos de aprovechamiento de energías renovables encuentran lógica aplicación en localidades alejadas de las redes eléctricas. En estas circunstancias, al presuponerse falta de capacitación local, se diseñan equipos automáticos, pensando en una alta confiabilidad a fin de que no sean intervenidos innecesariamente, situación que puede sostenerse un corto período sin fallas. Al producirse cualquier desperfecto, nadie entiende cómo funciona el sistema automático, las conexiones eléctricas y el equipo en general, por lo que debe recurrirse a la empresa instaladora, que no se encuentra cerca o puede haberse discontinuado, por lo que la reparación puede durar más que la paciencia de los usuarios.

Por esto, los equipos deben incluir catálogos, guías de montaje o inspecciones de modo que sean comprendidos por la gente, para saber qué hacer en estos casos. Los componentes deben poder desmontarse fácilmente para ser despachados a revisión, sin tener que llamar a un experto sólo para la visita. Este solo aspecto ha significado que instalaciones eólicas, solares o hidráulicas queden

abandonadas al poco tiempo de su puesta en marcha y se vuelva a operar el conocido grupo generador diesel.

Para contribuir en esta dirección, a continuación se presenta diferentes láminas preparadas con motivo del desarrollo tecnológico de grupos portátiles de generación en 12 V. Tales láminas están diseñadas para explicar el principio de funcionamiento del equipo, sus componentes, dirección del flujo, guías de desarme, lo que indudablemente facilitará su adecuado mantenimiento, independientemente del diseñador o fabricante. Es más, será fácil indicar qué cosa no está funcionando bien o está dañada, a fin de solicitar los repuestos requeridos.

Descripción del equipo: Hidrogenador Hidrovolt

El Hidrogenador “Hidrovolt” es un grupo portátil, diseñado para aprovechar energéticamente pequeños recursos hidráulicos, para así generar electricidad en 12 V. El grupo consta de una microturbina tipo Pelton, fabricada en resina epóxica de 100 mm de diámetro. Este material la hace resistente a la fatiga, corrosión y erosión. El equipo se adapta a diferentes aplicaciones a través de la incorporación de 1 ó 2 inyectores de 10, 12, 14 y 16 mm de diámetro. El material de las toberas es Technyl. La altura mínima de operación son 10 metros. Rango de potencia desde 50 a 700 Watt. De acuerdo al uso, puede suministrarse en forma compacta turbina-alternador o separado por poleas.

Accesorios que conforman el grupo hidrogenador:

- Alternador Delco
- Toberas

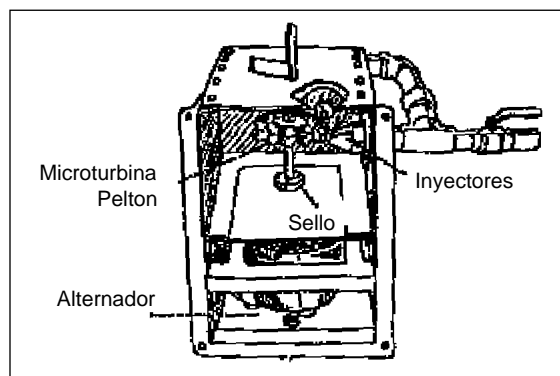


Fig. 2: Vista interior



- Válvula de bola para corte rápido
- Manómetro de entrada 0-6 bar
- Voltímetro
- Amperímetro
- Cables de batería
- Unión a tubería de presión

Este equipo ha tenido buena recepción como unidad de electrificación doméstica y carga de baterías. Se han suministrado varios equipos en el marco de proyectos gubernamentales destinados a electrificación rural. Por lo mismo, ha debido prepararse un "Manual del Usuario", considerando que estos equipos iban a operarse en localidades con acceso poco expedito.

Los gráficos y figuras en el manual explican el principio de funcionamiento, identifican los componentes y describen el empalme entre ellos. Asimismo, describen los procedimientos de desarme de componentes a efectos de revisión, lubricación o reparación. Finalmente, se proporciona un esquema general de conexiones eléctricas entre equipo, tablero, batería, inversor, centro de carga y consumo, aspecto importante para el seguimiento de fallas eléctricas. A continuación, se muestra algunos de los gráficos.

Secuencia de desmontaje completo del equipo

Objetivo: Limpieza, lubricación o fugas

1. Retirar la tapa del alternador. Tener precaución de no soltar las conexiones eléctricas.
2. Lubricar descanso a través de la grasea.
3. Fijar el eje en la parte hexagonal para evitar el giro.
4. Retirar la tapa de inspección.
5. Soltar la tuerca del rodete.
6. Retirar cuidadosamente el rodete (¡frágil!).
7. Soltar toberas de bronce. Limpiar.

8. ¡Tener cuidado que las toberas no rocen con el rodete al montar nuevamente!
9. Separar la unión americana.
10. Girar Fitting en 90°.
11. Girar Fitting de empalme hasta retirar.
12. Desarmar conjunto tobera.
13. Soltar seguro de descanso para retirar el eje.
14. De ser necesario, retirar tornillos de porta sello para recambio de sello; lo mismo vale para el descanso.

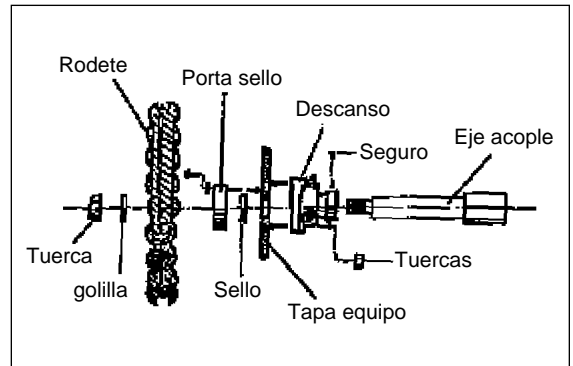


Fig. 3: Vista en explosión del conjunto Rodete-Eje

CONCLUSIONES

Los antecedentes presentados pretenden aportar un aspecto normalmente descuidado en el desarrollo de equipos para aprovechamiento de energías renovables. La falencia en estos simples detalles ha contribuido al fracaso en la implementación y en la continuidad de proyectos. Nuestra experiencia nos indica que la presentación de figuras debería consistir en dibujos simples tipo croquis, sin necesidad de dibujos técnicos ni de fotos. (Éstas últimas por la dificultad para entenderlas o por la claridad de la reproducción).

La serie de figuras explicativas del principio de funcionamiento y de los procedimientos de inspección debe complementarse con la clara identificación de los repuestos (Part Number).

BIBLIOGRAFÍA

- 1) SENN, J. "Cuestiones Claves para la Implementación Exitosa de Pequeños Aprovechamientos Hidráulicos", IV Encuentro Latinoamericano en P.A.H. Cusco, Perú, Junio 1991.

- 2) ESPINOZA S., J. "Manual de Operación y Servicio Hidrogenerador HV", Programa FOSIS - Valdivia, Chile, 1995
- 3) ESPINOZA S., J. "Desarrollo de Alternativas Tecnológicas para Microhidrogeneradores", Proyecto Fondecyt 90-0123, CONICYT, Chile, 1992

Mayores informes a:

Jaime Espinoza Silva, jespinoz@mec.utsm.cl
Universidad Técnica Federico Santa María
Departamento de Mecánica
Fono 32654162 Fax 32797472
Casilla 110 -V, Valparaiso, Chile

IMPRESSUM

HIDRORED es una revista internacional para la divulgación de información sobre técnicas y experiencias en micro hidroenergía. HIDRORED es publicada tres veces al año por el Programa de Energía de ITDG-Perú.

Comité Editorial

Teodoro Sánchez, ITDG-Perú
Walter Canedo, CINER-Bolivia
Carlos Bonifetti, MTF-Chile
Mauricio Gnecco, FDTA-Colombia

Corresponsales

Argentina (Misiones):
Jorge Senn
Bolivia (Cochabamba):
Walter Canedo
Colombia (Villavicencio):
Mauricio Gnecco
Ecuador (Quito):
Milton Balseca
Honduras (Comayagüela):
Jorge F. Rivera
México (Xalapa):
Claudio Alatorre
Perú (Lima):
Teodoro Sánchez

Editores

Hidrored: ITDG-Perú
Av. Jorge Chávez 275, Lima 18 - Perú
Telf. (511) 447-5127
4467-324 444-7055
Fax (511) 446-6621
E-mail: hidro@itdg.org.pe

Coordinación

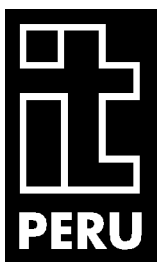
Saúl Ramírez, Beatriz Febrez

Producción

Programa de Energía, ITDG-Perú

El comité editorial no se responsabiliza por el contenido de los artículos

ITDG es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de poblaciones de menores recursos mediante la investigación, aplicación y difusión de tecnologías apropiadas. A nivel internacional, ITDG tiene oficinas en ocho países de África, Asia, Europa y América Latina. En el Perú, trabaja a través de sus programas de Energía, Agroprocesamiento, Riego, Vivienda y Prevención de Desastres, y las áreas de Investigaciones y Comunicaciones.



PROGRAMA DE ENERGÍA

Av. Jorge Chávez 275, Miraflores, Lima 18-Perú
Teléfonos: (511) 4447055 4467324 4475127
Fax: (511) 4466621
Email: hidro@itdg.org.pe
http: www.itdg.org.pe

DISTRIBUCION GRATUITA

PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO

Estimado lector

Desde la aparición de la última edición de la revista en diciembre 1997, un sinnúmero de acontecimientos han pasado. La idea fue, llevar la revista directamente a las personas beneficiadas y apoyarles en la recopilación de las novedades, el financiamiento de la impresión y distribución y estimular el intercambio de experiencias y conocimientos. De tal manera, se espera aumentar la importancia que se le da a la energía eólica "pequeña" por las instituciones regionales. Afortunadamente, el Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos ha decidido dar su apoyo económico por dos años más, cubriendo dos ediciones al año.

RED ha encontrado a dos contrapartes interesadas en co-editar y producir la revista. Estas son GEDA en Gujarat, India y la oficina regional de ITDG en Lima, Perú. Ambas están involucradas en energía eólica desde hace muchos años y actualmente promueven el uso de la "pequeña eólica"

en su región. GEDA está asociado en la Red de Aerobombas de India (WPNI), que mantiene relaciones con Vietnam, China y las Filipinas. ITDG tiene estrecho contacto con muchas organizaciones activas en la energía micro-hidráulica en América Latina.

GEDA recientemente inició la publicación de una nueva revista sobre energía eólica, FIRKI. Con los ingresos adicionales y la provisión de noticias del mundo entero, GEDA espera poder consolidar esta iniciativa y mejorar la calidad. ITDG tiene la intención de incluir la revista en su ya existente publicación HIDRO-RED y ofrecer información tanto en energía eólica como hidráulica a un mayor número de suscriptores. RED se encargará de una parte importante de la recopilación de noticias y actuará como coordinador entre ambas contrapartes. Al inicio del nuevo proyecto las versiones asiática y latinoamericana tendrán el mismo

contenido; esto cambiará en el futuro cuando ambas ediciones adquieran su propio acento regional. Desde el primer momento, la revista de GEDA será publicada en inglés bajo el nombre original "SSWES" y la versión de ITDG en español con el nuevo nombre "Pequeños Molinos de Viento".

El proyecto prevé instalar una versión electrónica de la revista por las contrapartes locales. Mientras el objetivo inicial es, hacerlas accesibles mundialmente sin la necesidad de impresiones costosas, en el futuro pudieran convertirse en un "noticiero" para promover eventos, buscar socios de proyectos, y vincular la información valiosa disponible hoy en día en el Internet.

¡Esperamos que la disfruten y siempre... se comuniquen!

Jan de Jongh y Remi Rijs
RED

Renewable Energy Development vof

La evaluación de la aerobomba de Mecate

En la primera parte de 1998 fue valorada la aerobomba de mecate nicaragüense dentro de un proyecto de diseminación de esta tecnología, a otros países en América Latina. El proyecto fue ejecutado por RED vof de Holanda con aportaciones de Gamos Ltd (Inglaterra), ERA (Costa Rica), la Universidad Nacional de Ingeniería y CICUTEC de Managua, apoyados por la organización anfitriona CESADE y el taller AMEC. El proyecto, financiado por la Embajada Real de los Países Bajos en Managua, abarcó tres componentes principales: la evaluación de la aerobomba en aspectos técnicos, sociales y económicos; la diseminación de los resultados; y una transferencia inicial a cuatro productores en América Latina.

La evaluación se generó a base de una misión a Nicaragua, un estudio del uso final y un programa de mediciones técnicas. El objetivo principal fue derivar conclusiones con respecto a la posición actual de la aerobomba en Nicaragua, así como dar recomendaciones en cuanto a posibles mejoras técnicas y a una diseminación de la tecnología.

Los resultados fueron presentados durante dos talleres en Managua. El primer evento que tuvo lugar el 24 de



Presentación de la aerobomba de Mecate.

PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO

abril, fue visitado por casi cien personas y tenía un carácter informativo para llamar la atención de las numerosas instituciones en el país, activas en el desarrollo rural.

El segundo taller se celebró del 27 - 29 de abril y reunió a 12 personas de 8 diferentes países en América Latina, seleccionadas entre los productores y organizaciones que habían mostrado su interés en promover la aerobomba en sus países de origen. En el taller se discutieron las posibilidades de transferencia y las aplicaciones del sistema fuera de Nicaragua y se establecieron contactos con los candidatos, con los cuales iniciar la transferencia de la aerobomba. (En la segunda parte del 1998 y los primeros meses de este año, se realizaron transferencias a Perú, Bolivia, Cuba y Guatemala -vea el artículo "Interés en Guatemala por la Aerobomba de Mecate" en esta edición.)

La evaluación confirma que la aerobomba de mecate puede ser manejada y mantenida por el usuario, básicamente debido a la amplia existencia

de repuestos para la bomba de mecate (manual) en Nicaragua. En muchos casos, pequeños daños de la construcción pueden repararse con un poco de creatividad, usando materiales locales. El costo inicial del sistema es de 25% - 40% comparado con una aerobomba tradicional, mientras los costos recurrentes son lo suficiente bajos para ubicarla como una alternativa interesante con respecto a otras tecnologías de bombeo. Con base en los datos limitados de campo, el costo unitario del agua se estima a aprox. US\$ 0.15,- por m³ a una profundidad de bombeo de 20 m.

De momento, hay poca información en cuanto al impacto económico que pueda tener el sistema, usado para el regadío a pequeña escala, para los campesinos de subsistencia. No obstante, se ha mostrado claramente su potencial de inducir una importante mejora de la calidad de vida para este grupo y sus familias. La demanda por la aerobomba de mecate en Nicaragua va aumentando, tanto del campesinado como de los más prósperos gana-

deros.

El modelo estándar de la aerobomba tiene la peculiaridad de que el mecate (la soga) de transmisión, limita el libre movimiento de orientación del cabezal (que puede girar sobre un ángulo de 270 grados). En países con una dirección del viento constante, esto no genera muchos problemas, pero en regiones con vientos variables reduce la funcionalidad substancialmente. AMEC y CESADE están elaborando un modelo "multigiratorio" que no presente esta limitación, pero todavía se encuentra en una fase de desarrollo. Si se pudiera mejorar algunos aspectos en el diseño actual y desarrollar un verdadero modelo "de uso general", la aerobomba de mecate no sólo sería una tecnología de bombeo valiosa para los sectores de mayor limitación económica, sino convertirse en un sistema competitivo también para el usuario más exigente, aún bajo condiciones del viento variables.

*Remi Rijs - editor
tntrr@stud.tue.nl*

Energía eólica en el norte de Patagonia

La Patagonia en Argentina es una de las regiones más ventosas del mundo, con vientos fuertes y constantes del occidente que alcanzan una velocidad anual de más de 6 m/s. El mayor obstáculo para el despegue del aprovechamiento del recurso eólico para aplicaciones pequeñas, es la baja densidad de la población.

No obstante, en la provincia de Chubut, ubicada entre 42° y 46° S, un número significativo de personas vive en pequeños poblados dispersos. Durante nueve meses del año, los niños son alojados en internados en los poblados o en sitios aislados. Sólo en la mañana y por la noche cuentan con energía eléctrica, suministrada por un equipo diesel-eléctrico; el Gobierno Provincial provee el combustible con cierta frecuencia. En 1997, se instalaron pequeños aerogeneradores en varios sitios en Chubut con el fin de mejorar la calidad de vida de los pobladores y los niños de los internados.

Desde agosto 1997, ocho pequeñas turbinas producen la energía eléctrica para el internado de Piedra Parada en el noroeste de Chubut. Aquí viven 38 personas: el Director, 3 profesores, el

bibliotecario, 9 asistentes (la mayoría de los cuales regresan a sus casas el fin de semana) y 24 alumnos. Los aerogeneradores construidos en Córdoba cuentan con un rotor tripala de 2,05 m de diámetro y un generador asíncrono de 600 watt. La torre, erigida de una estructura tubular abierta y triangular, mide 6 m de altura.



Los aerogeneradores cargan dos unidades de 8 baterías de 6V/200 Ah cada una, usadas exclusivamente para el internado y la iluminación de las viviendas; sólo se usaron lámparas de alta eficiencia. Las baterías, el panel de control y el equipo diesel-eléctrico, están colocados en un pequeño edificio.

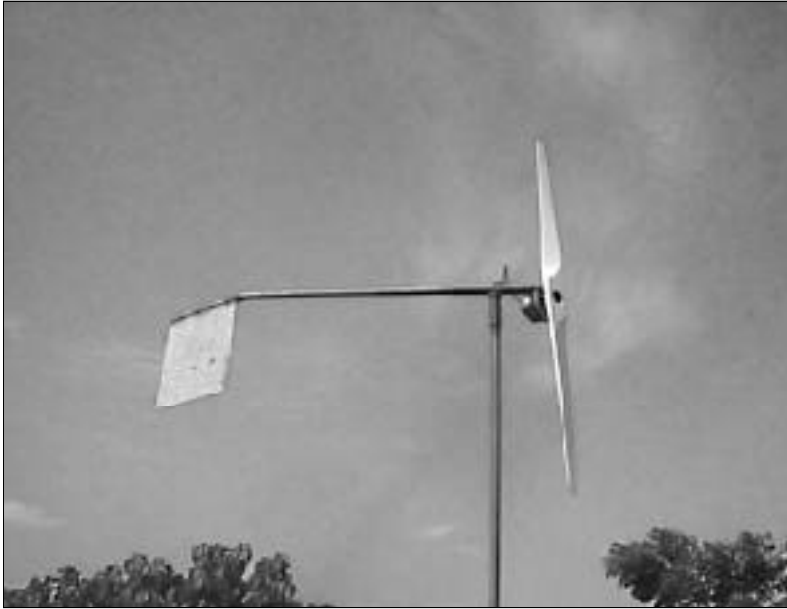
En los primeras cinco meses de operación, la producción de energía fue de

995 kWh, generada durante 1711 horas. El Sr. Angel Torres, el Director de la escuela, confirma que "gracias a los aerogeneradores tenemos luz 24 horas al día y redujimos el uso del equipo diesel a un mínimo". Aunque la confiabilidad del sistema se ha demostrado bastante buena, el proveedor reclama que no se le dé el mantenimiento adecuado, lo cual influye en el buen funcionamiento de las turbinas, especialmente en vientos fuertes cuando resulta necesario parar los sistemas manualmente.

A pesar de este comentario, se espera que las experiencias de Piedra Parada y de otros proyectos en la provincia de Chubut, contribuirán a estimular el uso de pequeños sistemas eólicos en las áreas remotas y promoverán el desarrollo de un mercado potencial.

*Oscar A. Frumento
Centro Nacional Patagónico Area
Física Ambiental
Boulevard Brown S/N, (9120)
Puerto Madryn, Argentina
tel.: (54)(965)51 375;
fax: (54)(965)51 543
e-mail: oscar@cenpat.edu.ar*

PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO



El parque eólico de Mboro en Senegal

En 1988 se construyó un sistema de bombeo de agua en el pueblo de Mboro, Senegal, en el marco del proyecto "Eau pour les Villages" (Agua para los Pueblos). El pueblo, que cuenta con una población de 10,000 habitantes, está ubicado en la costa occidental atlántica a una distancia de 80 km desde la capital, Dakar. El sistema consiste de 10 aerogeneradores ISEA de 10 kW cada uno con respaldo de un equipo diesel-eléctrico de 36 kVA; un pozo con un tiro de 50 m y una bomba centrífuga sumergible con una capacidad de 110 m³/h; así como un tanque de almacenamiento de 2,000 m³.

La región es conocida por la horticultura en el período de noviembre a febrero, el cual coincide con la época de mayores vientos. El sistema fue diseñado para el riego de un área de 150,000 m² y sería manejado por una asociación de 60 horticultores del pueblo.

El proyecto fue ejecutado por el Ministerio de Investigaciones Científicas y Tecnología de Senegal y el Ministerio de Relaciones Exteriores de Italia y se organizaron las familias de los horticultores en la asociación. Cada familia recibió un terreno con una extensión de 2,500 m² y se capacitó a un técnico del pueblo que había participado durante la instalación, para garantizar el manejo sostenible del parque eólico. Asimismo, se hizo un convenio con una industria pesada cercana que permitiese el uso de su infraestructura, grúas y poleas.

En el período 1989-1991 el parque

eólico funcionó bien, reflejándose en bajos costos de mantenimiento y ningún costo de combustible. Más tarde, las aspas del rotor empezaron a fallar. Según el operador: "El problema principal era la raíz de las aspas. Entonces, no pudimos repararlas por la falta de documentación adecuada." Ahora, todas las unidades se encuentran fuera de servicio.

No obstante el fracaso de los aerogeneradores, la asociación sigue existiendo. Durante la época de cultivo, se renta un equipo diesel-eléctrico para proveer la energía para la bomba centrífuga. Esta bomba no ha fallado ni una vez y bombea el agua requerida para el riego. Como dice el operador: "De lo que yo aprendí, espero que un empresario rehabilite el parque eólico y emplee a dos o tres gentes para trabajar los huertos, que entonces serían manejados como una empresa. Así, la comunidad entera aprovecharía." Él es de la opinión de que una gestión privada sea mucho más eficaz que una asociación del pueblo.

Zaccaria Koïta
SENELEC

Services Energies Renouvelables
28 Rue Vincens, BP 93 Dakar,
Senegal
tel.: (221) 393 143,
fax: (221) 225 955

Alassane Niane, Délégation aux
Affaires Scientifiques et Techniques
Ministère de la Recherche
Scientifique et Technique
23 Rue Calmette, Dakar, Senegal

Interés de Guatemala por la aerobomba de Mecate

Recientemente, NRECA-Guatemala y la organización católica CARITAS introdujeron la aerobomba de mecate nicaragüense en Guatemala, como elemento de un proyecto para valorar y diseminar la tecnología, financiado por la Embajada de Holanda en Managua.

La aerobomba de mecate es un molino de viento liviano construido alrededor del probado concepto de la bomba de mecate manual, cuyas ventas suman a unas veinte mil unidades en Centroamérica. La aerobomba de mecate es fruto del esfuerzo conjunto de la organización CESADE y productor AMEC en Managua para diseñar una aerobomba sencilla, efectiva y económica para uso doméstico, abrevado y regadío a pequeña escala. Con un costo de aprox. US\$ 750,- en Nicaragua, es mucho más barato que una aerobomba "americana", pero en cambio requiere más atención del usuario.

NRECA, una organización sin fines de lucro de origen estadounidense, es activa en electrificación rural y desarrolla proyectos en base de recursos energéticos tanto renovables como convencionales. La organización cuenta con oficinas en la mayoría de los países centro- y sudamericanos. Informados por Hugo Arriaza de NRECA-Guatemala, en mayo 1998 Carlos Sett de CARITAS-Guatemala y la Sra. Rosina de CARITAS-El Salvador visitaron el "Taller Internacional de la Aerobomba de Mecate Nicaragüense" en Managua.

Carlos Sett es el Director para la región Zacapa en el occidente del país y reconoce la necesidad de bombeo a bajo costo en esta área, especialmente en la época de estiaje. Así mismo, estima que un 20% de la población no cuenta con servicio eléctrico. Puesto que la capacidad de la gente, las características de los pozos y del viento son comparables con las de Nicaragua, concluyó que la aerobomba de mecate pudiera mejorar las condiciones de vida en esta zona. Se decidió solicitar la transferencia de una aerobomba de demostración para averiguar su funcionamiento como sistema de bombeo de agua para uso doméstico y regadío a pequeña escala. Como parte de la transferencia, se compro-

PEQUEÑOS MOLINOS DE VIENTO

baría también la combinación de la aerobomba con un generador eléctrico para la carga de una batería de carro.

En enero 1999, dos especialistas de CESADE y AMEC viajaron a Guatemala para transferir el equipo al productor Galdamez y algunos técnicos de CARITAS. Galdamez es un taller pequeño con seis empleados, seriamente interesado en producir y vender el sistema. Aparte de la aerobomba, se construyó una bomba de mecate manual y ambos sistemas fueron instalados en dos diferentes pozos a una distancia de 3 km de Zacapa. Desde entonces, muchas familias, campesinos y otros interesados, han visitado el sitio de demostración y se mostraron

entusiasmados por la idea de tener una bomba de mecate.

CARITAS y NRECA ahora están trabajando en una propuesta para la diseminación más amplia de la bomba de mecate, que contempla la producción local de unas 60 unidades (bombas manuales, aerobombas y "bici"-bombas). Así mismo, se pretende instalar varios aerogeneradores para analizar los costos y beneficios y compararlos con otras tecnologías, en primer lugar la fotovoltaica. En esta fase, se importarían algunos componentes de Nicaragua.

El proyecto incluiría la capacitación de personas de CARITAS y Galdamez en aspectos técnicos como: el di-

seño, la producción, la instalación y el mantenimiento de la aerobomba; así como su aplicación para uso doméstico y como elemento en esquemas de riego para el cultivo de forraje, plantas y verduras. Hugo Arriaza y Carlos Sett consideran este proyecto como un primer paso hacia la producción comercial de la bomba de mecate en Guatemala, independiente de donaciones y organizaciones de apoyo.

*Henk Holtslag, CESADE
Apartado Postal JN 4317,
Managua, Nicaragua
tel.: (505)266 9149;
fax: (505)266 9270
e-mail: holtslag.dapper@wxs.nl*

Noticias de las Filipinas

Hector Jover (Jover Light Industries), productor de sistemas eólicos, nos informó sobre el desarrollo de un pequeño aerogenerador y las ventas de aerobombas en los últimos tiempos. Hector colabora con Silverio Navarro de la empresa Solar Electric Co, que diseña pequeños sistemas de electrificación y controladores de carga. Los dos viven en Iloilo, una de las islas principales del país. Escriben:

"Tenemos un aerogenerador que incorpora un alternador de carro, en que el envanado de excitación ha sido sustituido por un imán permanente toroidal. Silver Navarro consiguió algunos imanes de neodimio en Hong Kong conforme mis especificaciones. Con un rotor de Silver de 1,5 m de diámetro, la corriente máxima para cargar una batería de 12 volt, fue de 15 amperes. Tomando las turbinas americanas en nuestra oficina como ejemplo, logramos imitar los perfiles y produjimos algunas réplicas de fibra de vidrio. Todavía nos falta mucho, pero sentimos que encontramos el camino correcto.

Hay otro aerogenerador que produce 50 watt a un viento de 10 m/s, teniendo un rotor de sólo 1 m de diámetro. La curva de potencia es casi lineal debido al diseño del mecanismo de orientación, mientras la velocidad de arranque es aprox. 3 m/s. La estructura mecánica es estable, también en vientos turbulentos, pero las aspas sufren un problema grave de fatiga.

En los últimos dos años los negocios han sido muy bajos, luego que la economía colapsó debido al fenómeno de El Niño. Algunas grandes empresas tuvieron que cerrar y sabiendo có-

mo estaba la situación, varios de mis empleados decidieron salir. Espero reincorporarlos cuando vuelvan las lluvias y se mejore todo. Estos dos años, vendí 3 aerobombas JB-150 y entendí que la gente las aprecia mucho; el problema es la falta de recursos. El año pasado también hubo una grabación de la BBC de Inglaterra que después pasaron aquí. Este video ha sido una fuente de información importante sobre el uso de aerobombas.

Ultimamente, instalamos rodamientos más resistentes en eje principal de la JB-150, ya que los originales no duraban mucho. También quitamos los rodamientos de la palanca entre el vástago y la barra de conexión y pusimos una banda de hule, reduciendo así el mantenimiento."

*Silverio T. Navarro Jr.,
Solar Electric Co. Inc.
Lopez Commercial Arcade,
E. Lopez Street, Jaro, Iloilo City,
Philippines
e-mail: jover@skynet.net
Hector H. Jover
104-A Divina Gracia Street,
La Paz, Iloilo City 5000, Iloilo,
Philippines
tel.: (63)(912)520 1456; fax:
(63)(33)335 1017
e-mail: silver@iloilo.net*

"Pequeños Molinos de Viento"

es una revista semestral co-redactada y publicada en inglés por GEDA (India) y en español por ITDG (Perú).

La versión en inglés "Small Scale Wind Energy Systems" viene insertada en la revista "FIRKI" de GEDA; la edición en español aparece como parte de "HIDRORED" de ITDG-Perú.

La revista es financiada por el Ministerio de Relaciones Exteriores de los Países Bajos (DGIS-DML/KM).

Coordinación y redacción:

RED Renewable Energy
Development vof, De Olieslager 7,
5506 ER Veldhoven, Países Bajos;
tel.: +31(40) 281 9454;
fax: +31(40)281 9602;
e-mail: tntrr@popservers.tue.nl

*El contenido de esta revista
puede ser reproducido siempre y
cuando sea citada la fuente.
Para cualquier información,
artículos o suscripciones,
favor de contactar
a la redacción.*