

ENSAYO Y OPTIMIZACION DE EQUIPOS SOLARES EN LAGUNA BLANCA - CATAMARCA

A. Iriarte* J. Marchioli
INENCO-Unidad de Investigación Catamarca+
Fac. de Ciencias Agrarias - UNCa
c.c. 189 - 4700 Catamarca

J.R. Sequi, C. Rodríguez, R. Herrera, A. Amaya
Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología
Gobierno de Catamarca

RESUMEN

El presente trabajo muestra la posibilidad de utilización de la energía solar en procesos de bajos requerimientos, en típica localidad aislada de la Provincia de Catamarca.

En el mismo se describen las instalaciones solares destinadas a la generación de energía eléctrica ya sea para iluminación como para bombeo de agua, además de los equipos destinados a calefaccionar el agua para usos sanitarios.

Se detallan los ensayos realizados y la respuesta de cada equipo a las diferentes exigencias planteadas. Se evalúa en forma particularizada la performance de los módulos fotovoltaicos y de la instalación de bombeo.

Se realiza un estudio comparativo de funcionalidad y eficiencia de dos módulos para calentamiento solar de agua. Se analizan los resultados y se explicitan las conclusiones del trabajo.

1.- INTRODUCCION

En virtud del Programa de Cooperación técnico franco-argentino que incluye entre otros, el "Utilización y Puesta a Punto de Energías Renovables en Laguna Blanca - Argentina", se realizó una experiencia en la Estación Experimental de altura, dependiente de la Dirección de Ganadería de la Provincia. En este sentido, mediante la utilización de tecnologías que aprovechan la energía solar se consiguió la iluminación y la dotación de agua fría y caliente del edificio.

Laguna Blanca, situada a 3.600 metros sobre el nivel del mar, ha sido declarada reserva natural de vida silvestre formando parte de la red internacional de Reservas de la Biosfera. Sus condiciones climáticas son rigurosas, con fríos extremos que alcanzan los 20 grados centígrados bajo cero en invierno y grandes oscilaciones térmicas entre el día y la noche. Su nivel de radiación y heliofanía en cambio son bastantes satisfactorios para el uso de equipos solares.

Este trabajo permite, entre otras cosas, verificar el funcionamiento de este tipo de tecnología en condiciones extremas.

* Miembro de la carrera de Investigador del CONICET
+ Convenio UNCa-UNSa-CONICET

2.- DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones, están básicamente constituidas por:

- Un sistema Fotovoltaico, montado en Julio de 1987, conformado por tres módulos con generación nominal de 12 V, 2.2 A conectados en paralelo, con una inclinación de 45°, un regulador de carga y un banco de acumuladores plomo-ácido de 12 V, 190 A-h en 10 hs.
- Una instalación eléctrica para iluminación, construida en Julio de 1987, con adaptadores para 12 V y lámparas de descarga gaseosa de 9 W de alto rendimiento.
- Un equipo de bombeo, montado en Mayo de 1988, compuesto por una electrobomba centrífuga de 12 V de 20 a 2.000 Lts/h.
- Un calefón solar de producción industrial, constituido por dos colectores planos de 2m² cada uno, con colección de calor directa, construidos con dos chapas de acero inoxidable mecanizadas formando ductos transversales para la circulación del agua calculados para resistir el congelamiento de este fluido y un tanque de acumulación de 240 lts., revestido con poliestireno expandido.
- Un calefón solar con intercambiador aire agua desarrollado en el INENCO - Unidad de Investigación Catamarca (1) conformado por tres subsistemas. El de colección consistente en un colector de 2 m² con aletas brillantes, con circulación de aire por convección natural. El de intercambio, constituido por un intercambiador compacto, tipo radiador, formado por tubos aplanados, aletados, presentando un área efectiva de transferencia de aproximadamente 13 m². El de acumulación, formado por un tanque de 120 litros aislado con poliestireno expandido. Debido a las bajas temperaturas atmosféricas reinantes este equipo fué revestido con mampostería de adobe. Ambos calefones fueron instalados en Marzo de 1988.

El instrumental utilizado para las mediciones en el presente trabajo permite medir las distintas magnitudes con un error no mayor al 3%.

3.- ENSAYO Y EVALUACION DE LOS RESULTADOS

La primera experiencia de bombeo se realizó con una electrobomba alimentada con corriente continua de 12 V proveniente del banco de baterías. La misma está constituida por un equipo independiente de motor y bomba centrífuga, conectados entre sí mediante un acoplamiento elástico de caucho sintético.

El agua conducida por un canal natural que sirve simultáneamente para riego y dotación actual de la casa estación, es colectado en un tanque de fibrocemento de 1000 litros de capacidad. A partir de allí se alimenta la bomba.

De acuerdo con las necesidades de distribución la bomba debe elevar el agua a una altura de 4,6 metros por encima del nivel del piso. La cañería de conducción, con sus respectivos accesorios de corrección es de polipropileno de 3/4 de pulgada.

Luego de distintos ensayos se determinó una potencia hidráulica promedio entregada de 3,57 W, con un consumo de 139 W, lo que determina un rendimiento de 2,57%.

Esto resultó un rendimiento significativamente bajo lo que determinó el cambio por otra electrobomba integral de acoplamiento interno.

La gráfica N° 1 muestra las curvas representativas de la Potencia Hidráulica y Rendimiento en relación a la Potencia Eléctrica. La primera definida en función del caudal y la altura manométrica y la segunda en función de la tensión y la corriente.

El rendimiento global se obtuvo en base al cociente entre ambas potencias.

Como se observa la bomba presenta un punto de máxima eficiencia (5%) cercano a 11W de potencia hidráulica

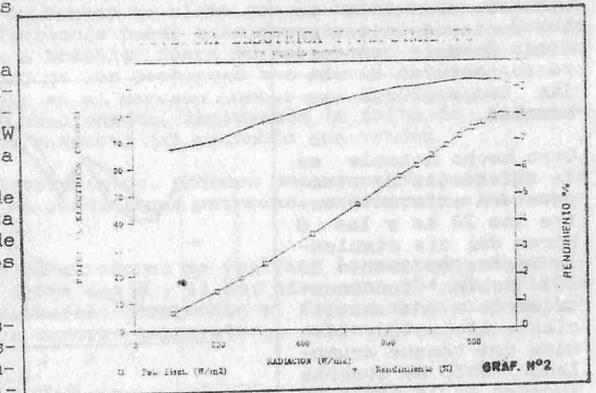
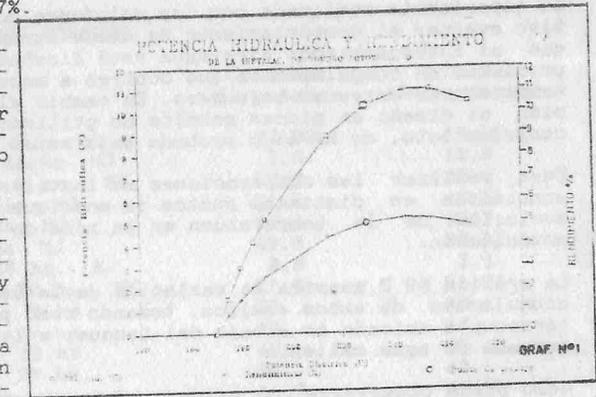
La carga del banco de baterías se realiza mediante un grupo de paneles fotovoltaicos de celdas redondas.

La gráfica N° 2 muestra las curvas correspondientes a la potencia eléctrica por unidad de superficie útil de celda y el rendimiento en relación a la radiación solar. La superficie útil se determinó sumando las áreas correspondientes a cada una de las celdas.

La radiación se obtuvo con un radiómetro ubicado con un ángulo de inclinación igual al de los paneles.

Se observa que para radiaciones de 500 W promedio diario se obtienen eficiencias promedio de 8%, en condiciones reales de trabajo.

La potencia eléctrica se obtuvo midiendo en los bornes de entrada



del controlador o regulador de carga.

La experiencia realizada con los calefones solares tenía como objetivo evaluar el comportamiento de ambos equipos, teniendo en cuenta que el intercambiador aire-agua está diseñado para responder a los problemas de congelamiento que ocurren a menudo en las regiones con temperaturas extremas bajo cero. En cambio el calefón industrial, si bien el diseño en placas permite su utilización en condiciones de congelamiento, no ha sido probado bajo estas condiciones.

Para realizar las comparaciones se instalaron termocuplas sobre-constantán en distintos puntos de modo que permitieran seguir la evolución de la temperatura en la zona de intercambio y en la acumulación.

La gráfica Nº 3 muestra la variación de la temperatura en la zona de acumulación de ambos equipos, tomando como punto de referencia la termocupla ubicada en el eje del tanque, a la altura del conducto de entrada de agua caliente.

Como puede observarse, el primero al no presentar conductos con posibilidad de congelamiento, cuando la radiación incide sobre el colector inmediatamente el calor se transfiere a la masa líquida. En cambio el de placas, utiliza el calor colectado para fundir el hielo acumulado en los ductos de circulación, durante el período nocturno de bajas temperaturas ambientales.

Otro hecho notable es la diferencia de temperatura existente entre las 20 hs y las 6 horas del día siguiente (aproximadamente 10 °C) debida fundamentalmente a una insuficiente aislación térmica del tanque acumulador. Esto se observa incluso en la tabla Nº 1 donde se advierte que la diferencia perdida entre ambos es del orden de 9,3 MJ. Asimismo se observa que las energías residuales disponibles por m² de colector se igualan como consecuencia del mismo fenómeno.

La energía ganada diariamente por metro cuadrado de colector supera, para el colector de placas, en un 8,3 % al otro calefón, razón por la cual la eficiencia global es también mayor en un 4 %, advirtiéndose una rápida respuesta a partir de las 12 horas, momento en el cual el calor absorbido se usa solamente para calentar el agua.

Tabla Nº 1

COMPARACION DE CALEFONES SOLARES

	Colector Aire-Agua	Colector Convencional
Rad. sobre colectores MJ /m ²	24,03	24,03
Energía perdida en la noche MJ	1,6	10,9
Energía residual a las 8 hs. MJ	19,3	39,2
Energía ganada en el día MJ	21,5	46,9
Energía total consumida MJ	18,1	33,7
Energía total acumulada MJ	40,8	86,1
Energía perdida 18 - 20 hs. MJ	0,9	1,1
Energía residual a las 20 hs. MJ	21,8	51,3
Consumo lts. 8 hs.	20	40
12 hs.	40	60
16 hs.	40	60
20 hs.	20	40
Eficiencia global %	44,7	48,7
Area de colección m ²	2	4
Volumen de acumulación lts.	120	240

4.- CONCLUSIONES

En el caso del ensayo de bombeo es claro que la bomba tiene un rango de trabajo donde la eficiencia puede considerarse aceptable. Cuando las necesidades llevan a trabajar fuera de este rango el rendimiento cae sustancialmente. Uno de los problemas mas significativos que encontramos fue conseguir en el mercado bombas que trabajen con eficiencias mayores a las mencionadas, incluyendo la falta de información de los fabricantes respecto del producto que venden.

Respecto del equipo fotovoltaico, podemos decir que después de 14 meses de trabajo, aún en condiciones extremas, mostró una alta confiabilidad.

En cuanto al ensayo de calentadores se verifica la marcada diferencia de rendimientos entre las 8 y 11 hs; aire-agua 54,7%, Placas planas 21,1 %. Esta situación compromete el funcionamiento del colector tradicional para menores temperaturas ambientales.

