

CALENTADOR DE AGUA CON INTERCAMBIADOR
AIRE-AGUA EN CIRCULACION NATURAL

A.A. IRIARTE, D. LUNA Y G. AHUMADA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CATAMARCA
C.C. 189 - 4700 - CATAMARCA

L. SARAVIA* E I DE PAUL
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS EXACTAS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SALTA
BUENOS AIRES 177 - 4400 - SALTA

RESUMEN

En trabajos anteriores (1),(2), se realizó un estudio de un calentador solar de agua con aire como fluido de intercambio en circulación forzada como una posible solución al problema de uso de calentadores en zonas muy frías.

En este trabajo se extiende el estudio de este tipo de sistemas al caso de convección natural.

Se analiza un ensayo preliminar (ensayo I) realizado sobre el prototipo descrito en un trabajo anterior (2) con su placa colectora adaptada para convección natural y se describe un nuevo dispositivo experimental para uso en convección libre diseñado en base a los resultados obtenidos. Se discuten los resultados de este sistema (ensayo II) en lo que respecta a distribuciones de temperaturas y rendimientos globales.

Del análisis comparativo de todos los sistemas estudiados se concluye que el rendimiento global del sistema en convección natural resulta satisfactorio.

1. INTRODUCCION

El calentador solar de agua que utiliza el aire como fluido de intercambio está siendo estudiado como posible solución al problema de uso de calentadores solares en regiones frías.

En trabajos anteriores (1,2) se estudió el problema usando un sistema en que la circulación de aire se realizaba por circulación forzada.

En el presente trabajo se extiende el estudio al caso en que el movimiento se lleva a cabo por convección natural.

Los ensayos preliminares realizados en convección natural con el prototipo descrito en un trabajo anterior (2), muestran la necesidad de introducir modificaciones con el fin de incrementar la circulación por termosifón. Es necesario utilizar una placa colectora de baja fricción y colocar el intercambiador-acumulador en la parte superior del sistema para reducir pérdidas.

*Investigador de la CNIE.

Se describen a continuación las modificaciones realizadas en la placa colectora del prototipo usado en los ensayos preliminares, así como el nuevo dispositivo experimental para uso en convección natural. Asimismo se detallan los resultados obtenidos, especialmente la distribución de temperatura a lo largo del colector y acumulador y los rendimientos globales para una determinada política de consumo.

Se describen a continuación las modificaciones realizadas en la placa colectora del prototipo usado en los ensayos preliminares, así como el nuevo dispositivo experimental para uso en convección natural. Asimismo se detallan los resultados obtenidos, especialmente la distribución de temperatura a lo largo del colector y acumulador y los rendimientos globales para una determinada política de consumo.

2. DESCRIPCION GENERAL

2.1. ENSAYO I

Los primeros ensayos se realizaron con el dispositivo experimental diseñado para convección forzada, pero con su placa colectora modificada. Esta placa consiste en 50 aletas de papel de aluminio de 5 cm de altura, 0,01 cm de espesor y 2 m de longitud montadas perpendicularmente sobre una placa de fondo negro del mismo material. La separación entre aletas es de 2 cm. El aire circula entre el vidrio interno y la placa de fondo en contacto con las aletas sobre las cuales incide la radiación solar. Esta placa está situada encima del sistema de acumulación y unida a él mediante dos ductos por donde circula el aire (2). Este sistema fue ensayado en varias oportunidades y su rendimiento global (η_G) no supera el 25%. Se observa:

- Alta temperatura en su parte superior.
- Excesiva transferencia de calor a través de la aislación hacia el acumulador y ducto inferior.
- Excesiva pérdida de calor entre la salida del colector y entrada del acumulador.

En consecuencia es necesario realizar modificaciones que tiendan a: aumentar la circulación de aire y consecuentemente disminuir la pérdida de carga; disminuir la transferencia de calor al canal inferior para mantener la velocidad de bajada del

aire, factor importante en la eficiencia; colocar en la parte superior del sistema el intercambiador-acumulador lo más cerca posible de la salida del colector.

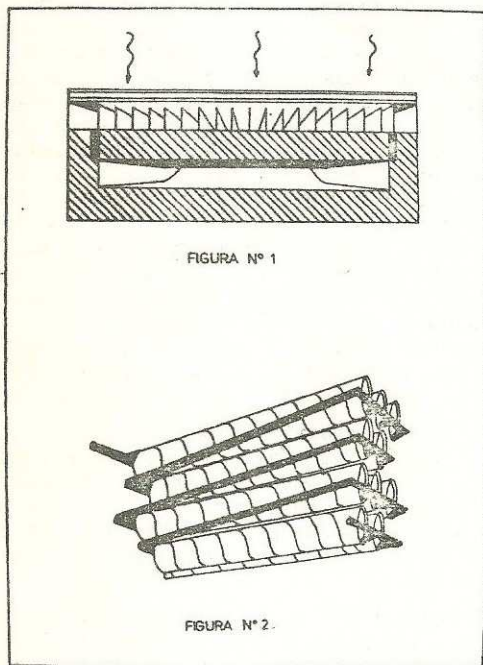
2.2. ENSAYO II

En base a las consideraciones precedentes se desarrolló un dispositivo experimental que consiste en:

- a) Sistema de colección.
- b) Sistema de intercambio-acumulación.

El sistema de colección, de la misma configuración general que la descrita anteriormente, consiste en 25 aletas de chapa galvanizada pulida brillante, de 10 cm de altura, 0,034 cm de espesor y 2 m de longitud, montadas perpendicularmente sobre una placa de fondo negro de fibra de vidrio reforzada en plástico. La separación entre aletas es de 4 cm (FIG. Nº 1). La cubierta del sistema colector esta formado por doble vidrio de 3 mm de espesor cada uno.

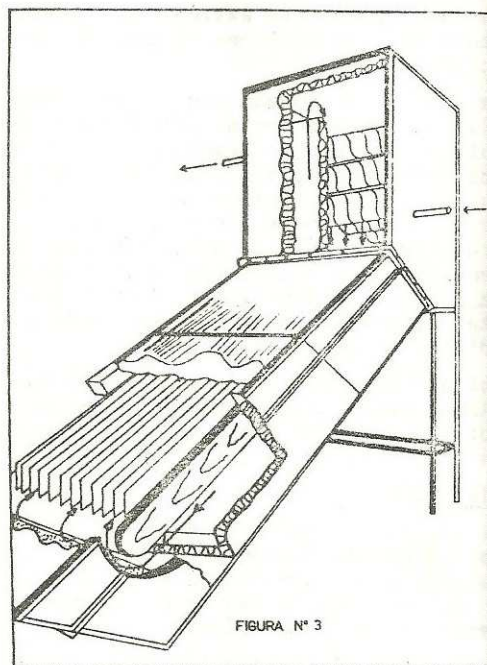
Este sistema esta integrado a un intercambiador-acumulador: constituido por 12 tanques de 12,7 cm de diámetro y 1 m de longitud, dispuestos en una configuración en tres volillos transversales al flujo de aire con una capacidad total de 120 litros de agua. (FIG. Nº 2).



forma de conexión que permite mantener la estratificación del agua, incluso cuando se produce la extracción por la parte superior del acumulador y consecuentemente el ingreso de agua fría por su parte inferior.

Los tanques de acumulación están ubicados en la parte superior del colector y el aire caliente que sale de este, los atraviesa de arriba a abajo, permitiendo la estratificación del agua de los tanques de acumulación. Luego de atravesar los tanques el aire desciende por un ducto que está situado debajo de la placa colector, ingresando por la parte inferior de la misma (FIG. Nº 3).

La división entre los dos canales de circulación está formado por 5 cm de lana de vidrio y 5 cm de poliestireno expandido (Telgopor).



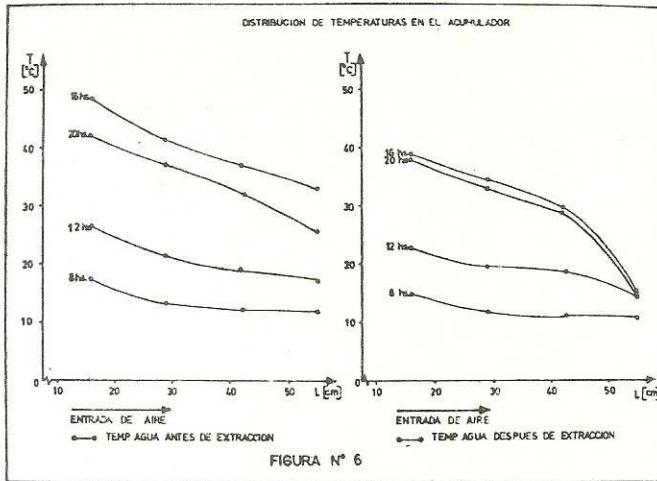
La construcción adoptada es modular, permitiendo la separación de colector y acumulador y una fácil extracción de la placa colector y tanques, de manera de poder ensayar distintas opciones. Cada módulo está construido en hierro ángulo y fibra de vidrio reforzada con poliéster de 1 mm de espesor (FIG. Nº 4).

La aislación está formada por una lámina de fibra de vidrio reforzada en poliéster que determina una caja interior, 5 cm de

En la misma figura se puede apreciar la

En la Fig. N° 6 se muestran los perfiles de temperatura antes y después de la extracción en función de la longitud del

acumulador, donde se observa la estratificación del agua aun cuando se produce la extracción. Cabe notar que el sistema no



ha logrado estabilizarse, por cuanto estas mediciones son de un solo ciclo como se aclaró anteriormente.

La distribución de temperatura de agua en los extremos del acumulador se muestran en la FIG. N° 7.

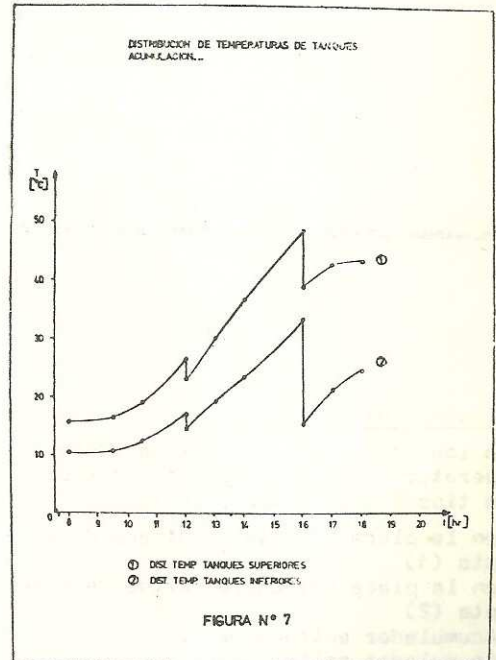
Del análisis de los resultados del balance energético (Tabla I) se advierte un aumento considerable del rendimiento global (η_g) del sistema con respecto a los ensayos preliminares y además que una parte importante del calor transferido al acumulador ha quedado en él, en virtud de que el sistema no estaba en condiciones de régimen.

Se ha observado pérdidas por termosifón inverso durante la noche, lo que indica la necesidad de adicionar una trampa entre el colector y acumulador.

5. CONCLUSIONES

Del análisis de los datos obtenidos y teniendo en cuenta los resultados del sistema en convección forzada (2) se desprende que el rendimiento global del sistema planteado es satisfactorio. Es necesario realizar los mismos estudios con el sistema en estado de régimen y profundizar sobre los siguientes aspectos:

- a. Disminuir la transferencia de calor entre los ductos superior e inferior factor importante en el rendimiento.
- b. Reducir el tamaño de colector y acumulador, incluyendo en este último



mo sistemas de acumulación por cambio de fase.

- c. Análisis teórico del sistema y simu-

lana de vidrio y 5 cm de poliestireno expandido de adentro hacia afuera; este último en contacto con la caja exterior.

El colector esta inclinado con un angulo 30° con respecto a la horizontal y orientado al norte.

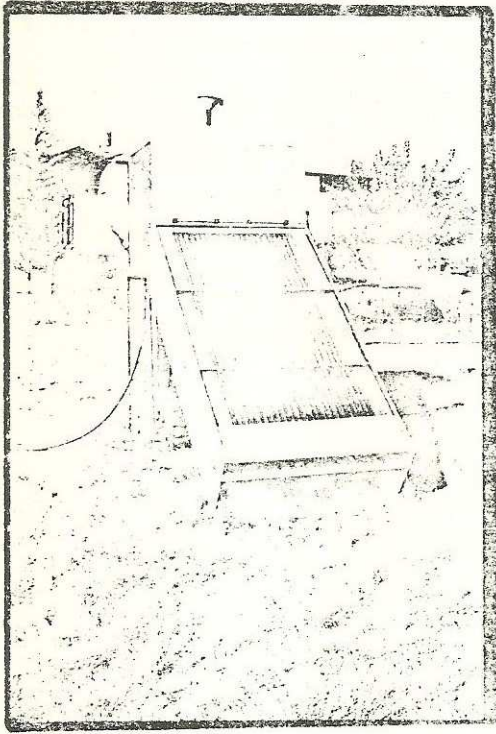


FIG. Nº 4

3. INSTRUMENTACION

En los ensayos realizados se midió la temperatura de aire y agua con termocuplas tipo T dispuestas según:

- 04 en la placa colectora entrada de aire pto (1)
- 04 en la placa colectora salida de aire pto (2)
- 04 Acumulador entrada de aire pto (3)
- 04 Acumulador salida de aire pto (4)
- 06 Tanques de acumulación (agua)
- 04 Ducto inferior.

La medición de radiación se realizó con un radiometro Kipp-Zonen y un registrador gráfico monocanal.

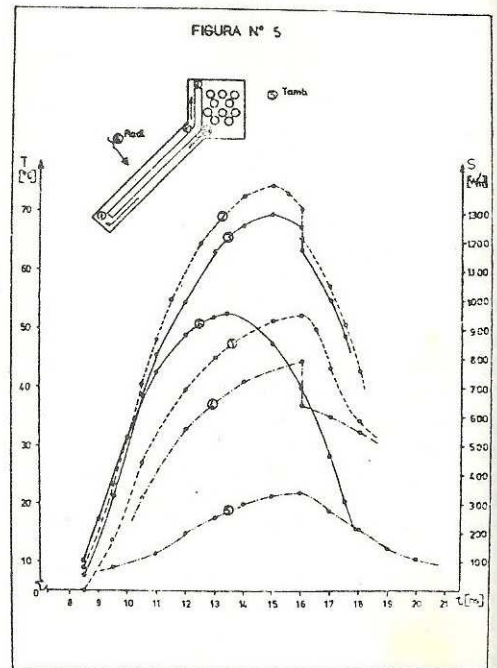
4. RESULTADOS PRELIMINARES

En el ensayo que se describe las medi-

ciones se realizaron con intervalos de 30 minutos en un día claro.

La política de consumo adoptada, igual a la de trabajos anteriores, prevee un consumo diario de 120 lts, 8hs-20Lts; 12h-40Lts; 16hs-40Lts y 20hs-20Lts; cubriendo diariamente la capacidad total de los tanques del acumulador.

En la FIG. Nº 5 se muestra las temperaturas en cuatro zonas del sistema, así como la evolución de temperatura ambiente (5) y la radiación sobre superficie inclinada (6) para un cielo en un día claro en función del tiempo. Los pto. señalados de 1 a 4 representan las temperaturas de aire promedio en cada zona.



Del análisis de las curvas de la Fig. Nº 5 se advierte:

- Una simetría en las curvas alrededor de las 15 hs, situación que debe atribuirse a la inercia térmica de la placa.
- La temperatura diferencial del colector temperatura de entrada y temperatura de salida de aire no supera los $23,3^\circ\text{C}$ lo que indica una buena circulación de aire.
- Un aporte de energía entre los dos canales a pesar de la aislación papel divisor, situación que esta influyendo en el rendimiento.

TABLA I

RESUMEN	ENSAYO I	ENSAYO II
IRRADIACION SOBRE COLECTOR	54.946 KJ	45.096 KJ
ENERGIA TOTAL ACUMULADA	13.484 KJ	19.045 KJ
EFICIENCIA GLOBAL	24,9%	42,2%
ENERGIA CONSUMIDA	4.731 KJ	9.456 KJ
ENERGIA RESIDUAL	8.752 KJ	9.094 KJ
ENERGIA PERDIDA ENTRE 18-20h		493,2 KJ

lación numérica en computadora.

- d. Optimización de la placa colectoras en función de costos.

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece la valiosa colaboración del Grupo de Energía Solar de la Universidad Nacional de Salta, así como el apoyo prestado por la Secretaría de Estado de Ciencia y Tecnología (SECYT), Departamento de Ciencias Agrarias, Centro de Investigaciones en Zonas Áridas y Semiáridas, Secretaría de Investigaciones de la UNCa, Empresa Valentino Bernardi e Hijos y muy especialmente la valiosa colaboración del Sr. Alberto Amaya.

7. REFERENCIAS

1. A.A. Iriarte, A. Varela, I De Paul y L. Saravia "Calentamiento Solar de Agua con aire como fluido de intercambio" ASADES 1979 Córdoba.
2. A.A. Iriarte, D. Luna, I De Paul y L. Saravia "Colector con intercambiador de aire-agua": Resultados Experimentales ASADES 1980 Catamarca.