

COLECTOR-ACUMULADOR DE AGUA COMPACTO DISEÑADO CON FINES EDUCATIVOS

J. R. Pomar (1), P. García (2) y Rubén D. Piacentini (1,3)

1. IFIR (CONICET - UNRosario), 27 de Febrero 210 bis, 2000 Rosario, Argentina.
Tel 0341.4472824 (interno 6), Fax 0341.4821772, e-mail: ruben@ifir.edu.ar

2. Observatorio Astronómico de Rosario, Argentina

3. Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y
Agrimensura, UNRosario, Rosario, Argentina

RESUMEN. Presentamos resultados del comportamiento de un colector-acumulador solar de agua compacto, obtenidos mediante una serie de mediciones de las temperaturas del agua de red (entrada al colector), de salida del agua caliente y del aire ambiente, así como de la irradiancia solar, del viento y del porcentaje y tipos de nubes. El colector fue estudiado en distintas ubicaciones en Rosario, Argentina: horizontal y con inclinaciones a 43° y 48°. Los datos muestran la variación típica de la temperatura del agua a lo largo del día en diferentes situaciones y permiten comprobar las posibilidades que tiene el sistema para su empleo con fines educativos.

PALABRAS CLAVE: Colector-acumulador, solar, agua, didáctico

INTRODUCCION

Un sistema de aprovechamiento solar compacto, con el colector y acumulador integrados en un solo bloque es suficientemente simple de ser construido y puede experimentarse de modo tal de realizar diferentes pruebas de captación, manteniendo sin modificaciones el acumulador [Gaspar y colaboradores, 1977]. En este trabajo presentamos el sistema (figura 1) y resultados de las pruebas realizadas en periodos de verano y de invierno. Está constituido con una estructura central paralelepípedica de cobre de 50 x 24 x 2.5 cm³ destinada a contener agua con su cara superior hacia el exterior pintada de negro. Las caras laterales e inferior están protegidas con espuma de poliestireno de 2 cm de espesor (de 23.8 m.K/W de resistividad térmica y temperatura máxima sugerida de utilización de 85 °C). Todo el conjunto está contenido dentro de una cubierta de aluminio y la parte superior posee una cubierta de plástico de 1 mm de espesor semitransparente y no de vidrio para evitar accidentes al manipularse en distintas posiciones y dada la necesidad de ser transportado con frecuencia para su ensayo en distintos lugares y condiciones externas.

RESULTADOS

En la figura 2 (inferior) presentamos resultados típicos de las mediciones de temperaturas del agua de entrada (de la red de alimentación) y de salida y de la temperatura del aire ambiente, registradas el 21 de febrero de 2003 con el colector-acumulador ubicado en posición inclinada a 43° hacia el Norte, a nivel de suelo frente al Observatorio Astronómico de Rosario (32.95°S, 60.63°W, 25 m snm). El día fue de cielo claro con una nubosidad promedio de sólo 4 %, con viento leve y el máximo de irradiancia solar horizontal registrada con un solarímetro Kipp y Zonen al mediodía solar (13:16 horas) fue de cerca de 900 W/m², que es un valor típico para la zona y el periodo del año investigado. Incorporando agua al acumulador a las 9:00 horas y exponiéndolo al Sol, la temperatura del agua fue incrementándose hasta alcanzar los 76.3 °C a las 16:31 horas. Luego disminuyó hasta que a partir de las 19:00 horas se retiró el sistema y se lo dejó en el interior del edificio para ver como se comportaba en esas condiciones.

Para determinar los valores máximos promedios de irradiancia y temperatura se aproximaron las curvas correspondientes por funciones polinómicas de grado 5to. Mediciones realizadas en días cercanos dieron resultados similares. Por ejemplo, el día 14 de febrero de 2003 con el sistema a 43° de inclinación ubicado en la terraza del Observatorio, cuyo suelo es de material reflectante lo que aumenta la irradiancia solar incidente sobre la superficie captora, la temperatura del agua llegó a los 73° C, habiendo comenzado la exposición y carga del líquido a las 9:30 horas.

Otro resultado de interés es el obtenido en invierno (9 de julio de 2003), donde el sistema se ubicó a 48° de inclinación hacia el Norte. La irradiancia solar fue relativamente alta, de unos 500 W/m² al mediodía solar. Se incorporó al sistema una tapa reflectora de aluminio en posición horizontal (que al tener espuma de poliestireno también se usa como protectora nocturna para reducir las pérdidas de calor). Esta tapa produce un aumento relativo promedio de 2.5 °C a lo largo del día y fundamentalmente, al final del día se logra aumentar la temperatura del agua también en unos 2.5 °C (figura 2, superior), respecto de días anteriores analizados en similares condiciones, pero sin dicha tapa.



Figura 1. Esquema del colector-acumulador de agua compacto de 3000 cm³ diseñado con fines didácticos.

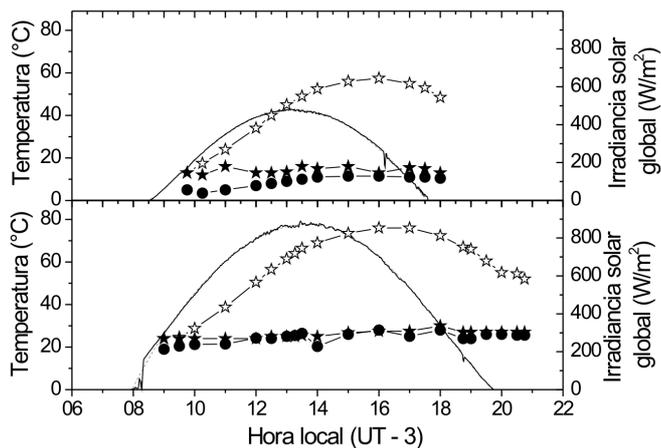


Figura 2. Superior. Representación de la irradiación solar global registrada con un solarímetro Kipp y Zonen (línea continua) y de la evolución temporal de las temperaturas del agua de entrada (de la red de alimentación) (estrella sólida) y de salida (estrella abierta) y de la temperatura del aire ambiente (círculo), para el colector-accumulador con superficie reflectora ubicado a 48° de inclinación hacia el Norte en el Observatorio Astronómico de Rosario (32.95°S, 60.63°W, 25 m snm), el 9 de julio de 2003. Figura inferior. Representación similar a la realizada en la anterior, para el sistema colector-accumulador solar de agua, inclinado a 43° orientado al Norte, el día 21 de febrero de 2003.

Se realizaron pruebas didácticas preliminares con docentes y alumnos de nivel 7° EGB y 1° Polimodal, en número de 85, que visitan el Complejo Astronómico Educativo Rosario, con el objeto de que comprendan el funcionamiento del sistema y de que registren temperaturas ambiente, del agua de red y de salida del colector-accumulador. Los alumnos comprobaron que en unas 3 horas la temperatura del agua subió en unos 25° a pesar de ser un día relativamente fresco y seminublado de invierno en Rosario. Se contestaron diversas preguntas y se observó una excelente predisposición por parte de los jóvenes hacia el experimento propuesto y las posibilidades del aprovechamiento energético solar.

CONCLUSIONES

El comportamiento del colector-accumulador de agua compacto, resultó ser positivo en su funcionamiento para aprovechar la energía solar. Por lo tanto la experiencia que se consiguió, se utilizará con fines educativos, con el objetivo de difundir, capacitar e instruir a docentes, alumnos y público en general, para que tomen conciencia de la importancia de la energía solar como fuente renovable y no contaminante.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto ha sido realizado con el apoyo de la Fundación Antorchas. Agradecemos además a los Ing. C Osella y A Carpio y al Prof. R Ronchi, de la Facultad de Ingeniería/UNEntre Ríos, por el interesante intercambio de ideas relativas a la parte didáctica del proyecto.

REFERENCIAS

- Gaspar R, Lara M A, Piacentini R D (1977). *Ensayo, modelización y simulación de un sistema colector acumulador de agua a circulación natural*. Actas de ASADES.
- Duffie J A y Beckman W A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. J Willey and Sons, New York, 1980.

STORAGE-COLECTOR SOLAR WATER HEATER DESIGNED FOR EDUCATIONAL PURPOSES

José R Pomar, Pablo Garcia and Rubén D Piacentini

ABSTRACT. We present results of the behavior of a solar water heater of the collector-storage type, obtained in a series of measurements of the water and air temperatures, as well as the solar irradiance, the wind and the percentage and type of clouds. The storage-collector system was studied at different positions in Rosario, Argentina: horizontal and inclined at 43° and 48°. The data show the typical variation for the water temperature along the hours of the day in different situations and permit to compare the possibilities that the system has in order to be employed for educational purposes.

Se realizó un estudio preliminar de la eficiencia del colector aplicándose la fórmula tradicional [Duffie y Beckman, 1980]; $\eta = a + bx$ donde se consideró:

$$a = F_R \cdot \tau \cdot \alpha \cong 0.77; b = F_R \cdot U_\lambda \cong 6 \text{ W/(m}^2\text{C)}$$

y $x = (T_{\text{agua-col}} - T_{\text{amb}}) / I_{\text{solar}}$ [W/m²]. La gráfica de la ecuación está representada en la figura 3, donde el intervalo de valores de eficiencia varía entre 77 % y 0 para el valor de x variando entre 0 y 0.128, este último valor cuando las temperaturas del agua del colector y ambiente se igualan.

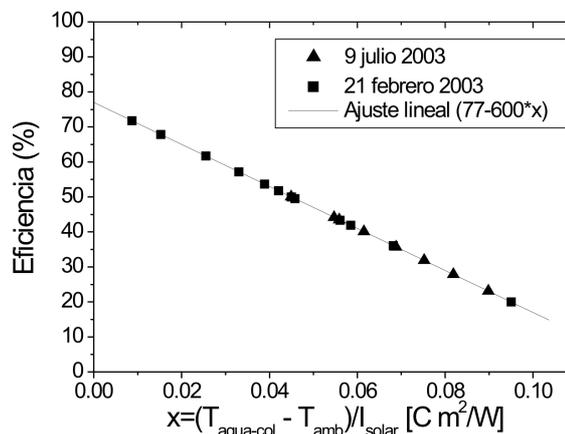


Figura 3. Curva de eficiencia aproximada por una función lineal, del colector-accumulador presentado en este trabajo.