

DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y ENSAYOS EN CIRCUITO CERRADO DE UN COLECTOR SOLAR DE AIRE CON MATRIZ POROSA.

G. Durán¹, A. Blanc, F. Albeza, C. Martínez, M. Condori
INENCO, Instituto de Investigación en Energía No Convencional. (UNSa-CONICET)
Universidad Nacional de Salta,
Avda. Bolivia 5150, A4408FVY, Salta, Argentina.

Te: 54-387-4258709, Fax: 54-387-4255489, mail: gonzalo.jose.duran@gmail.com, miguel.angel.condori@gmail.com

RESUMEN: En este trabajo se presenta el diseño, construcción y los ensayos realizados en un colector solar de paso simple de aire con absorbedor poroso. Las dimensiones del colector son 0,98 m de ancho, 2,4 m de largo, y 0,1 m de alto, construido con cuerpo de chapa galvanizada, aislación de lana de vidrio, y cubierta de policarbonato alveolar. Como absorbedor se utilizó material metálico desplegado. Los ensayos de caracterización del colector se realizaron en circuito cerrado, a distintos caudales, conectando el colector solar a un piso radiante de hormigón, utilizado para calefaccionar una habitación. Se realizaron medidas de temperatura y velocidad de flujo a la entrada y salida del colector, temperatura ambiente, temperatura de la loza radiante y radiación solar global sobre plano del colector, variando el caudal de entrada de aire. Los resultados obtenidos en mediodía solar indican un caudal óptimo de flujo de 0,0641 kg/s, para el cual se obtiene una diferencia de temperatura de flujo entre la entrada y salida del colector de 25 °C, y una eficiencia térmica máxima de 0,64.

Palabras clave: colector solar de aire, absorbedor poroso, eficiencia térmica, diseño y construcción.

INTRODUCCIÓN:

Un colector solar de aire funciona esencialmente como un intercambiador que transforma en calor la energía radiante interceptada proveniente del sol. Sus aplicaciones son vastas, utilizándose con frecuencia en el secado de productos agrícolas, como semillas, frutas y vegetales, además de utilizarse como fuente de energía de baja temperatura y en calefacción de edificios. (Mohamad, 1997; Niles, 1979).

El calentamiento de aire con colectores solares de baja eficiencia es un proceso tecnológicamente simple y económico, donde el mantenimiento y operación de los colectores solares es muy sencillo. Sin embargo, la naturaleza del fluido de trabajo impone una desventaja en su uso para calentamiento, ya que los colectores se encuentran limitados en performance térmica debido a la baja densidad, baja capacidad calorífica y escasa conductividad térmica del aire.

Generalmente, los colectores solares se construyen utilizando materiales poco sofisticados. Para interceptar la mayor parte de la radiación solar disponible, el absorbedor debe estar pintado en un color oscuro. Las pérdidas a cielo abierto por radiación y convección con el ambiente se reducen con una cubierta transparente al espectro solar, pero opaca al infrarrojo emitido por el absorbedor. En la cara posterior, una aislación adecuada reducirá pérdidas térmicas.

La presencia de flujo turbulento dentro del colector incrementa la transferencia de calor entre la placa absorbedora y el fluido. Así, se han probado distintos medios para incrementar el área de intercambio de calor entre el fluido y la placa absorbedora, como utilizar absorbedores con aletas, absorbedores porosos o perforados. De esta forma, se pueden plantear diferentes tipos de absorbedores para incrementar el coeficiente convectivo, y con ello, la transferencia de calor entre la placa absorbedora y el fluido. Las diversas geometrías de absorbedor incluyen el uso de absorbedores con aletas (Garg, 1981), absorbedores corrugados (Choudry, 1988), matriz sólida porosa (Sharma, 1991) y esferas huecas (Swartmann, 1966). Estas modificaciones incrementan significativamente la eficiencia térmica, pero aumentan la pérdida de carga, que se vuelve importante en altos caudales.

Son posibles varias configuraciones según el tipo de circulación de flujo, con resultados muy distintos desde el punto de vista de la transferencia convectiva entre el absorbedor y el fluido, y en la eficiencia del colector.

Tipo 1: circulación de flujo por arriba del absorbedor.

Tipo 2: circulación por debajo del absorbedor

Tipo 3: doble paso, circulación de flujo por debajo y arriba del absorbedor.

Tipo 4: doble paso, circulación en contra flujo o en sentidos opuestos.

Los ensayos comparativos realizados por Wijesundera (1982), muestran que la eficiencia instantánea de un colector de doble paso con circulación en contra flujo es ligeramente superior a la obtenida en un colector con circulación del flujo por debajo del absorbedor, con circulación por debajo del absorbedor. Al respecto, Romdhane (2006) establece que un colector

¹ Becario doctoral CONICET

con obstáculos y circulación de flujo por debajo del absorbedor tiene una eficiencia mayor que un colector de doble paso. Así, Mohamad (1997) y Romdhane (2006) establecen que los obstáculos aumentan el par eficiencia – salto térmico, con máximos de 80% en eficiencia y saltos térmicos de 60°C, para un colector de doble paso con matriz porosa en el absorbedor y con un caudal de flujo de 50 m³/h/m².

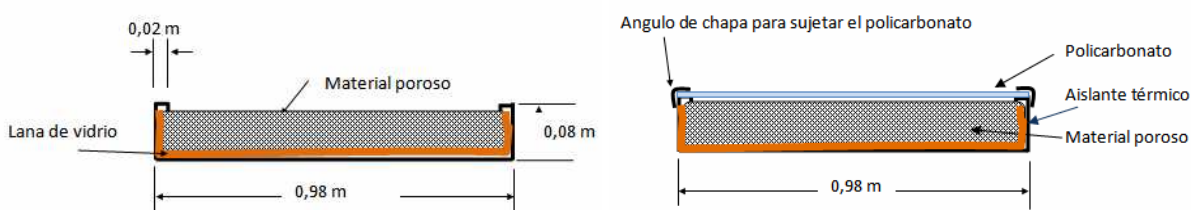
Los estudios experimentales realizados por Moumimi (1994), Moumimi (2004) y Karsili (2006) en colectores con obstáculos perpendiculares a la dirección de flujo permitieron obtener una representación del perfil de temperaturas en el absorbedor y en el fluido, y la evaluación del coeficiente convectivo de transferencia de calor. Los resultados obtenidos establecen que los perfiles de temperatura de aire y de la placa absorbedora crecen en presencia de aletas rectangulares, incrementando la eficiencia desde un 45%, a un valor cercano al 80%, para colectores de Tipo 1. Asimismo, en Sopian, et al, 2006, se analiza la eficiencia térmica de colectores solares de Tipo 1 y 4 con absorbedor poroso, encontrándose valores de eficiencia superiores al 80%, con salida superior a los 20 °C respecto a la entrada.

Se presentan en este trabajo el diseño, construcción y ensayos de un colector solar de aire de paso simple con absorbedor poroso constituido por una matriz metálica. Para hallar el flujo óptimo de aire que maximice la eficiencia térmica se realizaron ensayos en campo con flujo de aire variable y en condiciones ambientales variables. En ellos se conectó el colector en circuito cerrado a un piso radiante en un local de 3,5 m x 2,5 m x 2,3m.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DE COLECTOR SOLAR:

Se decidió construir un colector solar de aire de dimensiones 0,98 m de ancho por 2,4 m de largo x 0,1m de alto, con absorbedor formado por una matriz porosa y paso simple de flujo. El cuerpo del colector se construyo en chapa galvanizada lisa de calibre n° 24 de dimensiones 1,22 m de ancho por 2,44 m de largo, plegada según el esquema de la figura 1, y pintada en negro mate. Como absorbedor poroso se utilizó material desplegado liviano de superficie 0,7 m x 0,98 m, plegado en forma de prisma rectangular de dimensiones 0,08 m x 0,06 m x 0,98 m.

Para favorecer la absorción de energía en el absorbedor, se pintaron en negro mate la cara interna del cuerpo del colector y los prismas de material desplegado. Se colocó entre el cuerpo del colector y la matriz porosa una capa de lana de vidrio de 25 mm de espesor con cara externa aluminizada, figura 1. Como cubierta se utilizó una placa de policarbonato alveolar de 4 mm de espesor, sujeta al cuerpo del colector mediante pegamento siliconado y ángulos de chapa galvanizada de 25 mm x 25 mm, como se aprecia en el esquema de sección de la figura 2. Los cierres entre los distintos elementos se realizaron mediante tornillos auto perforantes. En las figuras 3 y 4 se muestran etapas en la construcción del colector.



Figuras 1 y 2: Esquema de sección del colector. Se aprecian elementos constituyentes



Figuras 3 y 4: Colocación del material poroso como absorbedor. Colector terminado, con cubierta protectora sobre el policarbonato.

ENSAYO DEL COLECTOR DE MATRIZ POROSA EN CIRCUITO CERRADO:

Con el objeto de hallar el flujo de aire óptimo que maximice la eficiencia térmica del colector, se realizaron ensayos sobre el prototipo de colector durante los meses de junio y parte de agosto de 2011. Para ello se decidieron realizar ensayos en circuito cerrado, conectando el colector solar a un sistema de calentamiento por loza radiante, utilizado para calefaccionar una pequeña habitación situada en el predio de ensayos del INENCO – Departamento de Física, UNSa Salta. Las dimensiones del cuarto son 3 m x 2,5 m x 2,3 m, con piso radiante constituido por una carpeta de cemento de 0.3 m de espesor con 18 tubos de PVC, de 0,075m de diámetro, (Flores Larsen *et al.*2009).

El colector se situó orientado hacia el norte, conectado en circuito cerrado al motor y a las entradas de aire del piso radiante. Las conexiones se realizaron mediante acoples de reducción de sección rectangular (0.1 m x 0.98 m) a circular (diámetro 0.175 m) y con caños de chapa galvanizada de mismo diámetro, aislados con lana de vidrio de 25 mm de espesor. Luego el extremo este del colector se conectó a un motor trifásico de ½ HP, y de ahí a boca de entrada del piso radiante; en tanto que el extremo oeste del colector fue conectado mediante un ducto de ventilación a la boca de salida del piso radiante.

El uso de un variador de frecuencia Synaptics GL110 permite controlar la frecuencia de giro del motor, y con ello el caudal impulsado por el ventilador axial. Así, se decidió hallar el caudal que maximice la eficiencia térmica del colector variando la frecuencia de giro del ventilador, desde 10 Hz hasta un máximo de 30 Hz, con incrementos de 5 Hz.



Figura 5 y 6: Fotografías del colector poroso adosado al sistema de calentamiento por piso radiante.

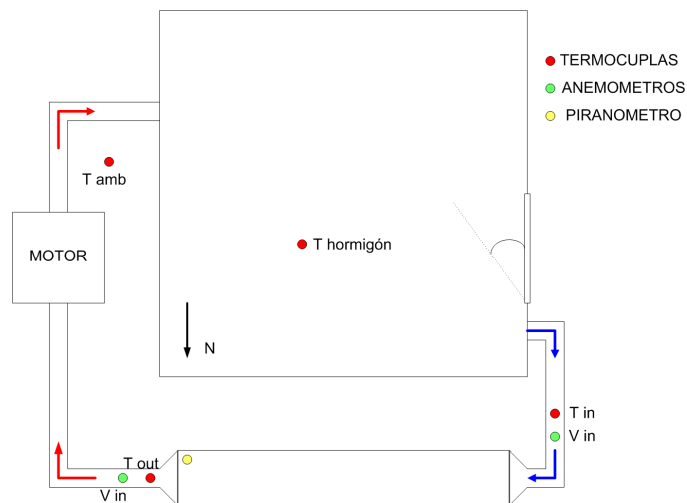


Figura 7: Esquema de colocación de los sensores. Se aprecia la dirección de circulación del flujo de aire.

En los ensayos se sensoraron, de forma automática:

- Temperatura ambiente.
- Temperatura superficial del suelo de la habitación.
- Temperatura del flujo de aire en la boca de entrada y salida del colector.
- Velocidad de flujo de aire en el centro de los ductos de entrada y salida de aire del colector.
- Radiación solar global sobre el plano de colección

Las medidas de temperatura ambiente, flujo de aire en la entrada y salida del colector, y de la superficie del suelo fueron realizadas utilizando termocuplas de tipo K, calibradas mediante un bloque calibrador de aire Hart Scientific 9009. Los valores de velocidad de flujo de aire a la entrada y salida del colector se tomaron en el centro de los ductos de ventilación utilizando anemómetros de aire caliente TSI 8008, con medida unidireccional de flujo, rango de sensado de 0 a 50 m/s, y salida analógica continua en rango de 0 a 10 V. Las medidas de radiación solar se realizaron utilizando un piranómetro Kipp & Zonnen CM3, con rango de sensado de 305 a 2800 nm, rango de salida de señal de 0 a 50 mV, y constante de calibración de $16,6 \times 10^{-6} \mu\text{VW}^{-1}\text{m}^2$.

Todas las medidas fueron comandadas mediante un datalogger Campbell Sci. CR1000, de 8 canales diferenciales analógicos de 20 bits de resolución y 4 canales digitales, con almacenamiento de datos mediante una memoria de estado sólido de 4 Mb.

Este adquireedor de datos se programó para toma de señales con una frecuencia de muestreo de un minuto. Además, se utilizó un dimmer analógico y un contactor SIEMENS SD32, conectados al variador de frecuencia Sinaptics GL 110. Así, se puede controlar de forma automática el encendido y apagado del sistema, de forma tal que el encendido del motor se produce a horas 10, funcionando continuamente hasta la hora 18, cuando se apaga.

RESULTADOS OBTENIDOS

A continuación se mostrarán los resultados de los diversos ensayos realizados con flujo de aire variable, durante los días del 2 a 7 de Agosto. Aunque el tiempo de ensayo diario del colector comprende el intervalo desde la 10:00 hasta la 18:00, se decidió mostrar los resultados obtenidos (temperatura de flujo de aire en la entrada y salida del colector, temperatura de suelo radiante y velocidad de flujo de aire) en un intervalo de tiempo de media hora respecto al mediodía solar, que en Salta (Lat. 24° 48' S Long 65° 25' O) a inicios de Agosto se produce a la hora 13:27. Por último, ante la imposibilidad de realizar medidas de velocidad de viento, se consideraron los valores medios mensuales para el mes de Agosto en la localidad, comprendidos en el intervalo de 0 km/h a 29 km/h, con una velocidad media de 6 km/h, y dirección predominante NE.

La figura 8 muestra los resultados de las medidas de temperatura ambiente y radiación solar sobre plano de colector, durante los días 2 a 7 de Agosto. Se observan valores de temperatura comprendidos en el intervalo de 3 a 33 °C, y picos de radiación de 1000 W/m² en mediodía solar. Además, se puede observar que se registraron valores de temperatura ambiente inferiores durante los cuatro primeros días, con máximas del orden de 23 °C, que fueron creciendo en los tres días finales, hasta registrarse máximas cercanas a los 33 °C.

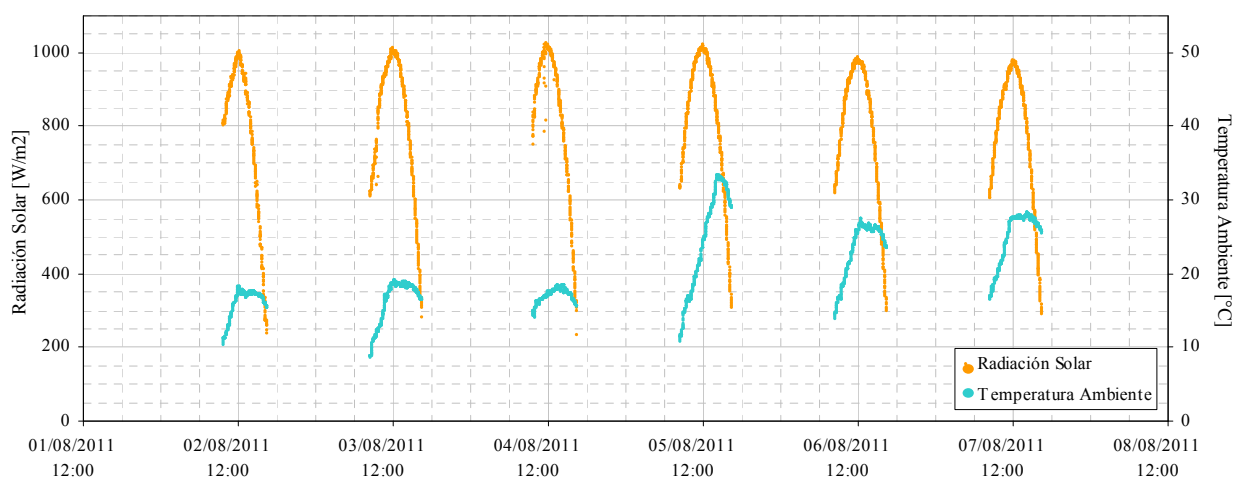


Figura 8: Temperatura ambiente. Radiación global sobre plano del colector.

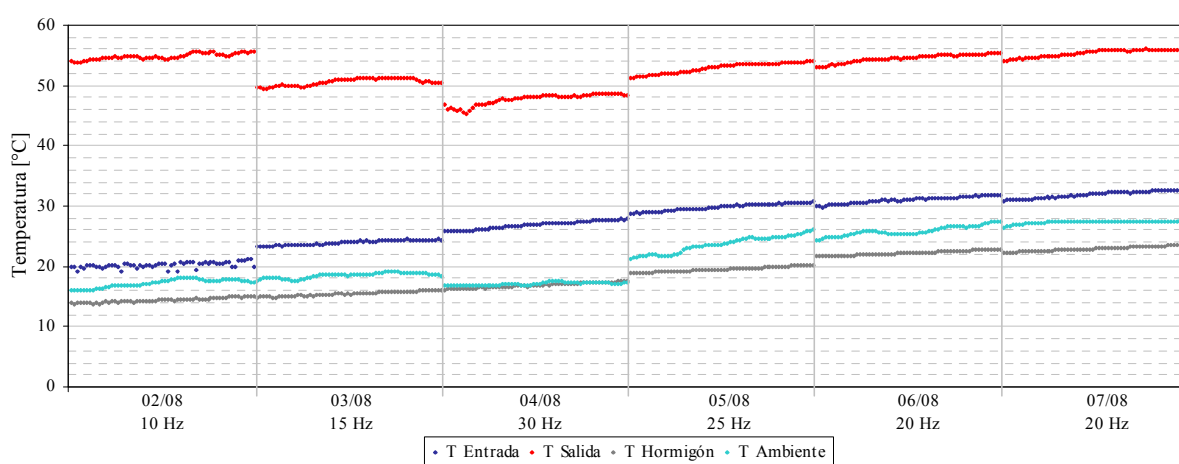


Figura 9: Temperatura de flujo de aire en el colector, temperatura ambiente y temperatura de loza radiante.

En la figura 9 se exponen los datos medidos de temperatura del aire circulante a la entrada y salida del colector y de temperatura de la loza radiante en el intervalo de una hora centrado en el mediodía solar, correspondientes a los distintos días de ensayo y a las respectivas frecuencias de giro del motor. Se agregan también los valores de temperatura ambiente como referencia.

Puede observarse en las temperaturas de entrada y salida una tendencia de crecimiento continuo, en lugar de presentar un máximo al mediodía solar, lo cual deja en evidencia la inercia térmica del sistema. La temperatura media máxima obtenida a la salida del colector fue cercana a los 55°C, para el primer día y la mínima fue de aproximadamente 48°C, el día 04/08.

En la tabla 1 se muestran, para los distintos días y frecuencias, los valores (promediados en el intervalo considerado) de velocidad media de flujo y de caudal en la salida del colector, y de flujo másico dentro del circuito. Se incluyen los valores, también promediados sobre dicho intervalo, del salto promedio en la temperatura del aire al atravesar el colector y de la diferencia entre la temperatura del aire a la entrada del colector y la temperatura ambiente ($T_i - T_a$). En todos estos cálculos se tuvo en cuenta la dependencia de la temperatura presentada tanto por la densidad del aire como por su calor específico.

Día	02/08	03/08	04/08	05/08	06/08	07/08
Frecuencia [Hz]	10	15	30	25	20	20
Velocidad [m/s]	1.39	2.12	2.69	2.64	2.47	2.47
Caudal [m ³ /s]	0.034	0.051	0.065	0.064	0.060	0.060
Flujo másico [kg/s]	0.033	0.046	0.065	0.064	0.060	0.059
Salto térmico [°C]	34.6	26.6	20.8	23.1	23.5	23.4
$T_i - T_a$ [°C]	0.6	3.8	8.6	4.7	4.7	2.1

Tabla 1: valores calculados asociados al flujo y saltos de temperatura.

Se observa que el mayor salto térmico se obtiene para la frecuencia de 10 Hz (día 02/08), Sin embargo, el caudal de aire obtenido para esa frecuencia es escaso, por lo cual es de esperarse bajos valores de eficiencia instantánea para dicho día. El menor salto de temperatura registrado fue de 20.8°C, correspondiente a una frecuencia de 30 Hz. Puede apreciarse también que en los tres últimos días la diferencia entre la temperatura del aire en la entrada y en la salida del colector fue similar, aunque a el día 05/08 (25 Hz) le corresponde un flujo másico menor.

Las medidas de velocidad de flujo fueron tomadas ubicando dos anemómetros de hilo caliente TSI 8008 en el punto medio de los caños de entrada y salida del colector. Sin embargo, al realizar los primeros ensayos de funcionamiento, se observaron grandes variaciones temporales en los valores obtenidos en las dos posiciones, y entre los valores observados a la entrada y salida del colector, lo que hace suponer la presencia de un patrón de flujo turbulento. Por ello, para mejorar la precisión de estas medidas se realizaron perfiles de velocidad a través de la sección transversal de los ductos en 23 puntos distintos de la sección trasversal del tubo, ubicados sobre una grilla en forma de cruz y separados uniformemente. Estos datos fueron introducidos en un software propio que corre bajo el entorno SCILAB, que realiza la interpolaciones correspondientes y devuelve tanto las gráficas de los perfiles de velocidad como el valor de la velocidad media de flujo correspondiente a cada perfil, además de la relación de este con el valor de velocidad en el centro. En las figuras 10 a 15 se muestran los perfiles de velocidad obtenidos.

Los resultados obtenidos, figuras 10 a 15 indican que existe una marcada asimetría en los patrones de velocidad observados con mínimos relativos en el centro de la sección, tanto a la entrada como a la salida del colector. Además se observa una mayor dispersión en los resultados medidos a la entrada del colector, independientemente de la frecuencia analizada. En contraste, los resultados obtenidos a la salida del colector tienen mayor uniformidad.

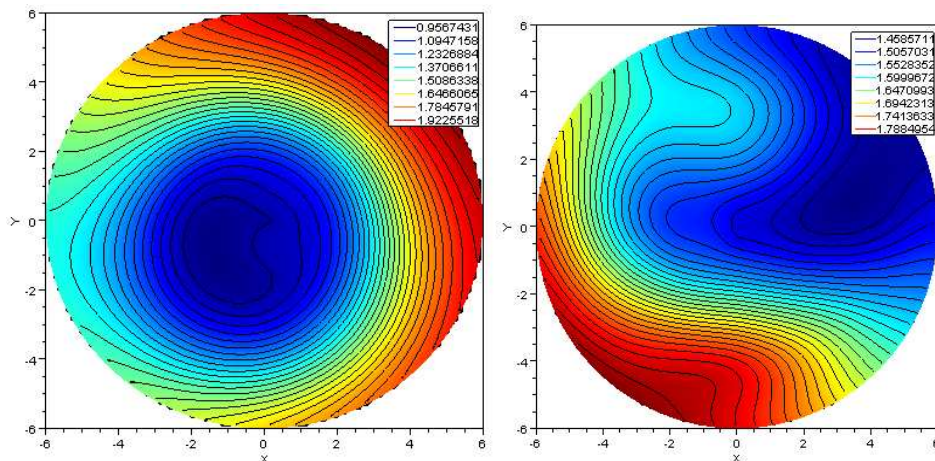


Figura 10 y 11: Perfil de velocidad a la entrada (izq) y salida (der.) del colector. Frecuencia de giro de motor: 10 Hz

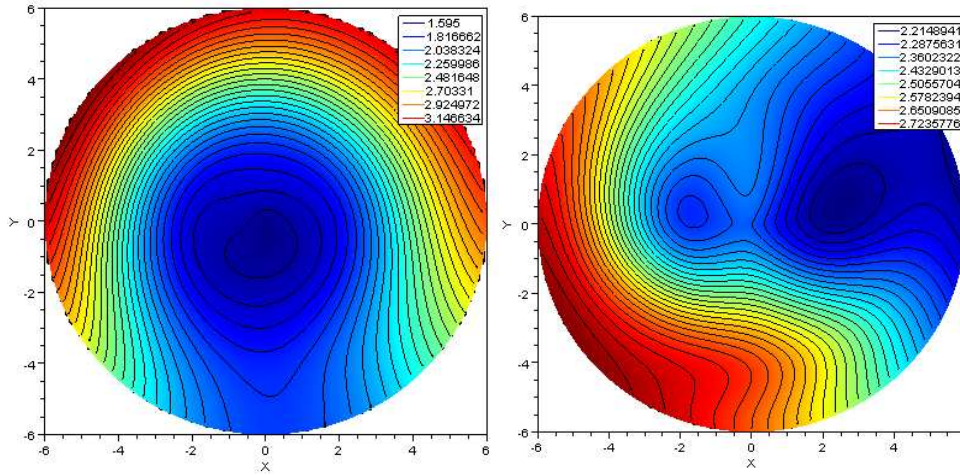


Figura 12 y 13: Perfil de velocidad a la entrada (izq.) y salida (der.) del colector. Frecuencia de giro de motor: 20 Hz.

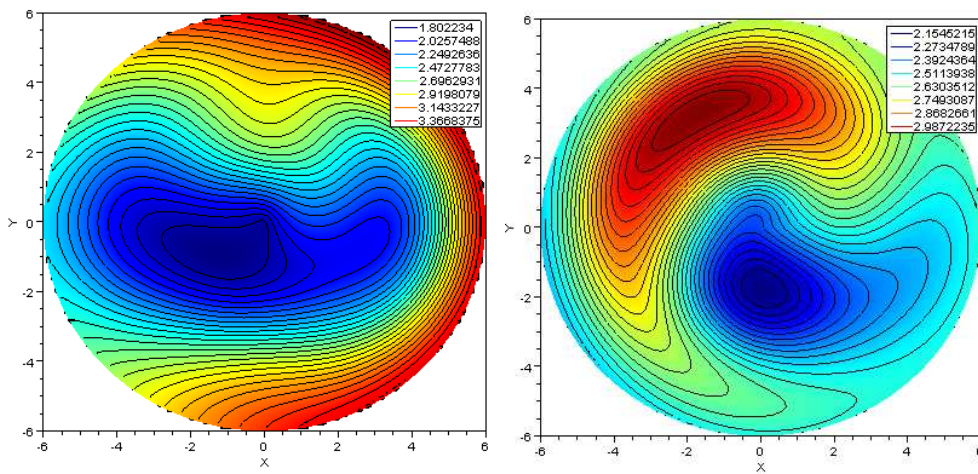


Figura 14 y 15: Perfil de velocidad a la entrada (izq.) y salida (der.) del colector. Frecuencia de giro de motor: 30 Hz.

Cálculo de eficiencia térmica instantánea en mediodía solar:

Según Duffie *et al*, 2006, la eficiencia térmica de un colector solar η , esto es, la razón a la que se convierte en calor la energía radiante que incide sobre la cubierta, puede calcularse mediante la expresión:

$$\eta = Q_u / Q_d = \frac{m C_p \Delta T}{I A_c} \quad (1)$$

Donde η es la eficiencia térmica del colector, Q_u es la energía absorbida por el colector, utilizada para calentar el fluido circulante; y Q_d es la energía total disponible en el área de colección.

De la misma manera, el flujo de aire m , depende de la densidad del fluido ρ , del área de sección A , y de la velocidad de flujo v , mediante la expresión $m = \rho v A$. C_p representa la capacidad calorífica a presión constante del fluido, ΔT es la diferencia entre la temperatura de salida y entrada del flujo de aire, I representa la radiación solar sobre el plano de colección, expresada en W/m^2 , y A_c denota el área de colección de radiación, en m^2 .

La expresión (1) en mediodía solar, puede ser re escrita en función del factor de remoción de calor, F_R , y del coeficiente de pérdidas globales U_L como:

$$\eta = Q_u / Q_d = \frac{m C_p \Delta T}{I A_c} = F_R (\tau \alpha) - \frac{F_R U_L}{I} (T_i - T_a) \quad (2)$$

Las figuras 16 y 17 describen los valores de eficiencia instantánea en mediodía solar, obtenidos mediante la ecuación (1), en función de la variación de frecuencia de motor, figura 16, y de la variación del flujo de aire, figura 17.

Se observa que las eficiencias instantáneas se encuentran en un rango que va desde un 48% hasta un 65%. Además, a partir de este gráfico puede concluirse que la eficiencia del colector dependerá en gran medida del flujo másico, que esta relación no es lineal y que presenta un máximo entre los 20Hz y los 25Hz (para el colector ensayado).

Como es sabido, mayor caudal de aire implica mayor eficiencia hasta llegar al punto de máxima eficiencia para el caudal óptimo. Para mayores caudales, la eficiencia del colector va decreciendo, debido a que el flujo de aire circula con rapidez sin remover el calor almacenado en el absorbedor. Debe considerarse que los puntos por sobre la tendencia del día 04/08 se deben a la presencia de nubes aisladas, que provocaron un descenso de la radiación incidente por breves intervalos de tiempo, figura 8. Sin embargo, por la inercia térmica del sistema esta disminución de la potencia de entrada no influyó de manera significativa en el salto de temperatura del aire al atravesar el colector. Esto implica que, durante del intervalo de tiempo dentro del cual se presentaron las anomalías en la radiación, el calor útil entregado por el colector varió en forma continua mientras que la energía de entrada presentó disminuciones abruptas, por lo cual la eficiencia en esos instantes pareciera tener valores mucho mayores que los presentados en el resto del intervalo, que deben descartarse.

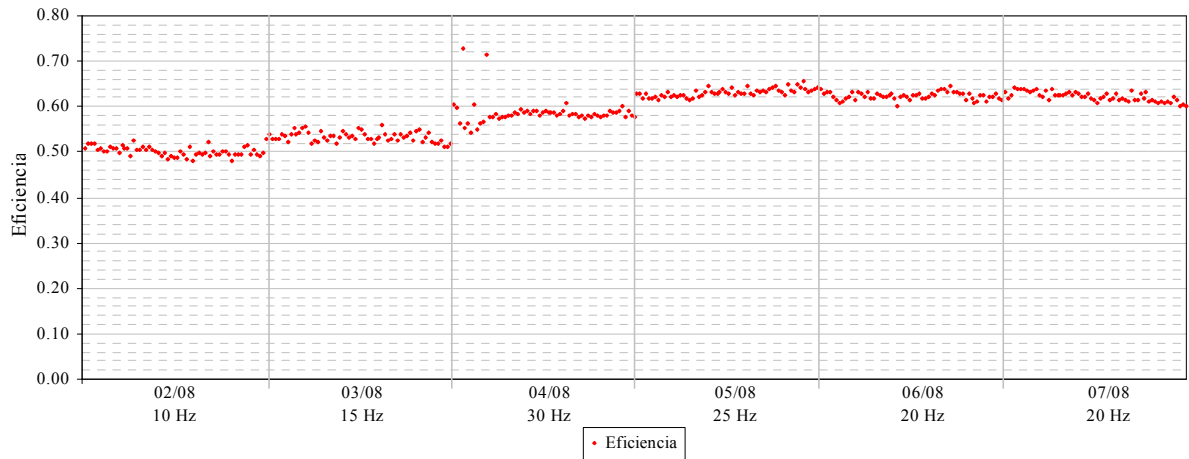


Figura 16: Eficiencia vs. frecuencia de motor.

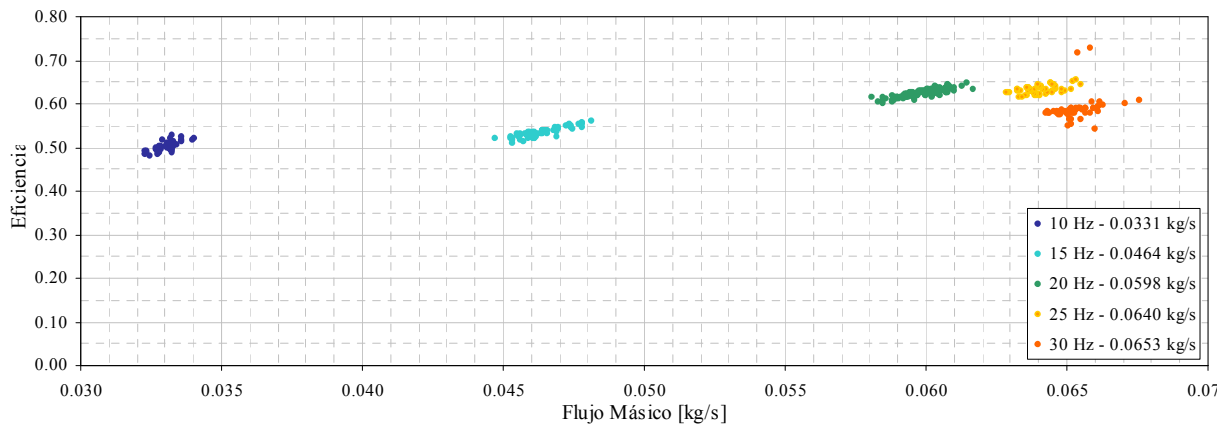


Figura 17: Eficiencia del colector, para distintos caudales.

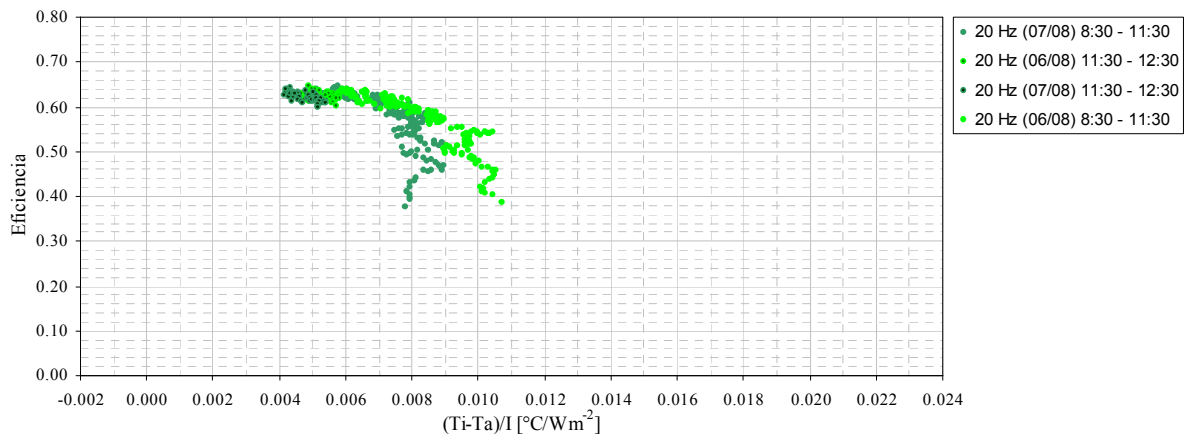


Figura 18: Eficiencia instantánea en horas de la mañana y mediodía solar, para distintos caudales, en función de $(T_i - T_a)/I$.

Por último, en la figura 18 se muestran los resultados de eficiencia instantánea en mediodía solar, en función de la diferencia $(T_i - T_a)/G$, donde T_i representa la temperatura del flujo de aire entrante en el colector, T_a la temperatura ambiente, y G la radiación solar global sobre el plano de colección.

Puede observarse una relación no lineal entre la eficiencia y $(T_i - T_a)/I$ en horas de la mañana, además de un comportamiento errático al inicio de este período, lo cual es esperable en un estado transitorio y que deja en evidencia la lenta respuesta del sistema. Por diversos motivos no se disponen de datos confiables de las mañanas de los días no mostrados en este gráfico.

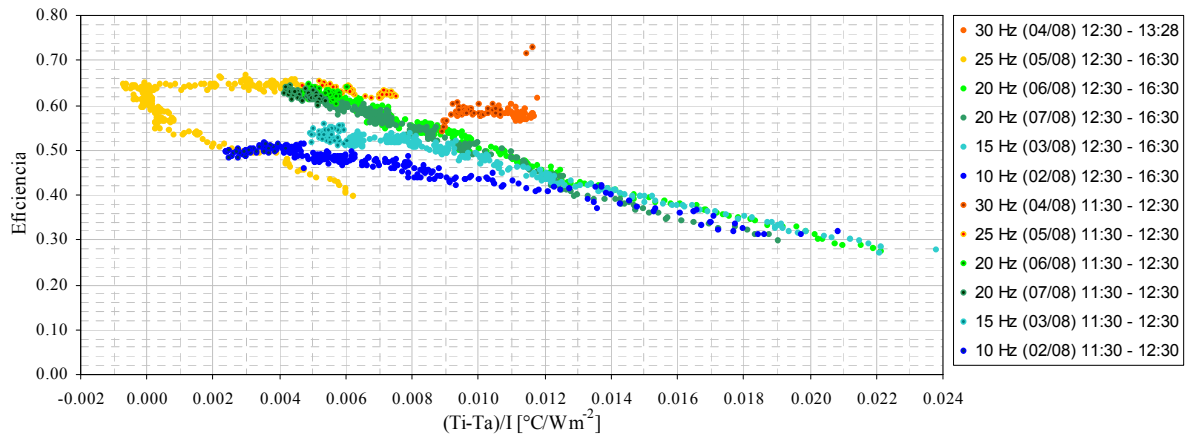


Figura 19: Eficiencia vs. $(T_i - T_a)/I$ para horarios de la tarde y para el mediodía solar.

La figura 19 describe los resultados obtenidos en mediodía solar y horas de la tarde. Luego del mediodía solar se observa, en general, un comportamiento lineal similar al esperado para colectores solares de aire funcionando en estado estable (disminución de la eficiencia con un aumento de la relación $(T_i - T_a)/I$). Los puntos correspondientes al día 5 de Agosto (25 Hz) exhiben una tendencia diferente. Esto puede deberse a la presencia de viento zonda sobre la media tarde, que provocó un aumento de la temperatura ambiente, llegando incluso a ser mayor que la temperatura del aire a la entrada del colector regulada por la presencia de la loza radiante en el circuito cerrado y arrojando valores negativos de $(T_i - T_a)/I$. No se dispone de más datos que los mostrados para el día 4 de Agosto, debido a que fuera de este intervalo de tiempo debieron realizarse operaciones de mantenimiento del sistema.

Puede apreciarse una cierta tendencia lineal de la relación entre $(T_i - T_a)/I$ y la eficiencia, lo cual convalidaría a la ecuación (2). Sin embargo puede verse un comportamiento distinto para los valores correspondientes a los días 5, 6 y 7 de Agosto, más marcado para el primero. En todos los casos, al acercarse el mediodía solar el valor de $(T_i - T_a)/I$ disminuye, alcanzando incluso valores negativos (al superar la temperatura ambiente a la temperatura del aire en la entrada al colector). Se observa que la pendiente de cada una de las curvas es negativa y que es menor para valores cercanos a los correspondientes al mediodía solar. Podría separarse los datos de cada día en intervalos para los cuales pueda hacerse una aproximación lineal. La pendiente y la ordenada al origen obtenidas con cada regresión representarían respectivamente los valores promedio de los parámetros F_{RU_L} y $F_R (\tau\alpha)$ para el intervalo correspondiente.

CONCLUSIONES

Se presentaron en este trabajo el diseño, construcción y los ensayos realizados sobre un colector solar de aire con absorbedor poroso, de dimensiones 0,98 m de ancho, 2,4 m de largo y 0,1 m de alto. El cuerpo del colector se construyó en chapa galvanizada de 1,2 m de ancho por 2,4 m de largo, con aislación en lana de vidrio de 25 mm de espesor. Como absorbedor poroso se utilizaron varias hojas de material desplegado liviano, compactado en prismas rectangulares, pintados en negro mate. Como cubierta se utilizó policarbonato alveolar de 4 mm de espesor.

Con el objetivo de hallar el caudal de aire que maximice la eficiencia del colector se realizaron ensayos en circuito cerrado conectando el colector a un piso radiante de concreto, de 0,3 m de espesor, y superficie 3 m x 2,5 m; construido para calefaccionar un local de 3 m x 2,5 m x 2,3m. El flujo se forzó utilizando ventilador axial y un motor de ½ Hp, conectado a un variador de frecuencia Siemens Synaptic GL 110. En los ensayos realizados se sensaron temperatura y velocidad de aire en la entrada y salida del colector, temperatura ambiente y radiación sobre plano de colección, y temperatura del suelo radiante.

Las medidas de temperatura de flujo de aire en la entrada y salida del colector, de temperatura ambiente, y temperatura de la superficie del piso, figura 9, muestran que el flujo de aire a la salida del colector alcanza diferencias del orden de los 25 °C respecto de la entrada, con un flujo de aire óptimo de 0,0641 kg/s, para el cual se obtiene una eficiencia media en mediodía solar cercana al 0,65, figuras 16 y 17. Aunque en valores bajos de flujo circulante se registran saltos térmicos superiores a los 35 °C, el escaso flujo de aire no permite realizar una adecuada remoción del calor absorbido, llevando a obtener eficiencias térmicas menores, cercanas al 0,50, figuras 16 y 17. Este análisis puede extenderse a los resultados obtenidos en ensayos con flujo superior, de 0,0656 kg/s y frecuencia de giro del motor de 30 Hz.

El uso del colector en circuito cerrado permitió variar la diferencia ($T_i - T_a$), y recorrer la curva característica del colector para los distintos flujos de aire ensayados, figura 18. Sin embargo, la inercia térmica originada por la carga del piso radiante ocasiona que el grueso de los puntos de las distintas rectas características se correspondan a valores de ($T_i - T_a$) pequeños. Se espera solucionar este inconveniente en futuros ensayos controlando la temperatura de entrada al colector mediante un calentador eléctrico.

REFERENCIAS:

- Larsen, S. Lesino, G. Durán, G. Molina, V. (2009). Storage floor with solar air collectors. Proceeding of the ISES Solar World Congress 2009.
- Romdhane, B. (2006) The air solar collectors: Comparative study, introduction of baffles to favor the heat transfer. Solar Energy 81 (2007) 139–149.
- Mohamad, A.A. (1997). High efficiency solar air heater. Solar Energy Vol. 60, No. 2, pp. 71-76, 1997
- Karsili S. Performance analysis of new-design solar air collectors for drying applications. Renewable Energy 32 (2007) 1645–1660.
- Moumni N. Moumni, S. Youcef-Ali, A. Moumni, (2004). Energy analysis of a solar air collector with rows of fins. Renewable Energy 29 (2004) 2053–2064
- Sopian K, Alghoul, M.A. Ebrahim M. Alfegi M.Y (2006) Evaluation of thermal efficiency of double-pass solar collector with porous–nonporous media. Renewable Energy 34 (2009) 640–645.
- Duffie J. A. y Beckman W. A. (2006). Solar Engineering of Thermal Processes, 2ª edición, pp. 54-59. Wiley Interscience, New York

ABSTRACT: This paper presents the design, construction and tests in a single air pass solar collector with porous absorber. The dimensions of the collector are 0.98 m wide, 2.4 m long and 0.1 m high, constructed of galvanized steel body, glass wool insulation, and alveolar polycarbonate. Metal lath was used as absorber. Characterization tests were performed in close loop, at different flow, connecting the solar collector to a radiant floor concrete, used to heat a room. We measure temperature and flow rate at the inlet and outlet manifold, ambient temperature, temperature radiant floor and global solar radiation over collector's surface, by varying the inflow of air. The results indicate solar noon optimum throughput flow 0.0641 kg / s, for which we obtain a temperature difference of flow between the inlet and outlet manifold 25 °C and a maximum thermal efficiency of 0,64.

Keywords: solar air collector, porous absorber, thermal performance, design and construction