

CONSTRUCCIÓN Y ENSAYO DE COLECTORES SOLARES CALENTADORES DE AIRE UTILIZANDO MATERIALES NO HABITUALES

San Juan¹; Viegas²; Discoli¹; Pérez³; Lamónica³
Colaboradores⁴

Instituto Investigaciones y Políticas del ambiente Construido - IIPAC
Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental - LAMbDA
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47 N° 162, CC 478. Tel/fax +54-0221-4236587/90 int 254. La Plata (1900)
gachiviegas@yahoo.com.ar, gustavosanjuan60@hotmail.com, discoli@rocketmail.com

RESUMEN

Se presentan los resultados del diseño, construcción, ensayo y comparación de colectores solares para calentamiento de aire de bajo costo. Se compararon seis prototipos con un área expuesta nominal de 1 m². Las superficies absorbedoras han sido construidas con materiales no habituales y/o reciclados: chapa ondulada de acero galvanizado, chapa plana galvanizada perforada, latas de aluminio, viruta metálica. La cubierta, de film de polietileno transparente de 200 micrones. Se presentan las ventajas y desventajas con relación al diseño, los procesos y factibilidades constructivas acordes al medio social en el cuál serán transferidos (comunidad de escasos recursos). Se analizan los niveles térmicos alcanzados en el aire de entrada y salida de cada colector y en un recinto de 1 m³ adosado a cada uno de ellos como área a climatizar. La medición se realizó en los meses de julio y agosto de 2010. Como conclusiones se identifican los sistemas que han presentado las mejores prestaciones.

Palabras clave: colectores solares calentadores de aire - materiales no habituales y/o reciclados- ensayo

INTRODUCCIÓN

En nuestro país existe un amplio grupo poblacional en condiciones socio-económicas vulnerables con significativas limitaciones para satisfacer adecuadamente sus necesidades primordiales. Nos referimos al acceso a situaciones mínimas de higiene, a un ambiente saludable, a la utilización de fuentes de energía económicas y no contaminantes, y a las carencias de fuentes genuinas de ingreso⁵. A partir de este estado de situación se advierte la necesidad sustantiva de mejorar su hábitat, a través de la inclusión de tecnologías apropiadas y sencillas que incluyan el uso de energías renovables, con las cuales se podría incidir directamente en la mejora de su calidad de vida.

En esta dirección es que se está trabajando en el proyecto: "Desarrollo tecnológico para la mejora del hábitat de productores rurales de escasos recursos" perteneciente al Proyecto de Desarrollo de Pequeños Productores Agropecuarios –PROINDER- (Investigador responsable: Dr. G. San Juan, IIPAC-FAU-UNLP), financiado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca y Alimentos, de la Nación (período 2009-2011).

El proyecto mencionado apunta a dar continuidad a otras investigaciones sobre el tema (PICT 13-12601 2005-2007), y complementar el desarrollo de los aspectos proyectuales y tecnológicos orientados al mejoramiento de las condiciones del hábitat y su calidad de vida. Los destinatarios en este caso, corresponden a poblaciones rurales en condiciones de pobreza y con una reducida accesibilidad al consumo de las fuentes de energía habituales tales como gas natural y envasado. Estos sectores económicamente deprimidos y carentes de estabilidad en sus ingresos, presentan condiciones elementales de habitabilidad. Como recurso cuentan con la quema de biomasa dentro de sus ambientes, aplicada al calentamiento de agua, a la calefacción en invierno y a la cocción de alimentos. Esta situación se ve agravada por el déficit en la ventilación de los espacios y la iluminación deficiente de las viviendas. Este conjunto de problemáticas, asociadas a la indigencia, provocan inconvenientes serios en la salud dado el compromiso existente con las deficientes renovaciones de aire en un ambiente caracterizado por emisiones peligrosas, además de los altos riesgos de ignición de los materiales precarios de construcción.

Frente a esta situación este trabajo avanza sobre algunos de los objetivos específicos del proyecto, tales como: i el desarrollo de tecnologías de bajo costo (con materiales no habituales) destinada al calentamiento de aire para calefacción de los espacios cotidianos de uso; ii. la construcción de prototipos viables y; iii. la verificación de su eficiencia en laboratorio. Es importante destacar que estos desarrollos se orientan a transferir tecnología apropiada a un ámbito social—y que permita establecer capacidades de réplica en la misma comunidad.

¹ Investigador CONICET

² Becaria Posdoctoral

³ Estudiantes avanzados de arquitectura

⁴ Estudiantes avanzadas de arquitectura: Carla Ruótoló; Ana Güimil

⁵ según el INDEC, el 42% de la población de nuestro país se encuentra en la actualidad bajo la línea de pobreza y el 15% en condiciones de indigencia

Con relación al calentamiento de aire a través del recurso solar, existen en el mercado equipos y sistemas de producción de energía con buena eficiencia pero con una relación costo-beneficio inaccesible para este tipo de sector social (cansolair, 2010; Grammer solar, 2010). En este sentido, los materiales utilizados deben necesariamente apuntar a la reducción de los costos, así como también a la posibilidad de autoconstruir los colectores por parte del usuario y/o grupos organizados. Esto implica por un lado, la utilización de materiales cotidianos y de reciclado, no habituales para este tipo de implementación; y por el otro, la realización de un análisis y una instrumentación orientada a la verificación de aptitudes tecnológicas, así como de la evaluación de la eficiencia de los sistemas propuestos. Diferentes investigaciones están direccionando sus esfuerzos hacia este objetivo, buscando reducir los costos de los sistemas sin perder eficiencia, utilizando materiales de fácil acceso tales como la chapa ondulada (Hernández et al, 2007), la chapa perforada industrializada (Hernández et al, 2008; Salvo et al, 2009), el uso de materiales de descarte como bandejas de aluminio utilizadas en la industria alimenticia (Lasfragues, 2010), el reciclado de latas de aluminio (Colorado wind power, 2010), hasta modelos de colectores solares de aire que utilizan directamente el suelo como superficie colectora (Echazú et al, 2008). Varios sistemas analizados demuestran la necesidad de mejorar el flujo del aire en el interior de los colectores, para lograr mayor transferencia de calor entre éste y la placa colectora.

En función de los antecedentes y de los objetivos del proyecto, se delimitaron ciertas premisas para el diseño de los prototipos: i. Innovar en la utilización de materiales no habituales o de descarte para la placa colectora; ii. Diseñar las superficies colectoras para aumentar la superficie de absorción solar; iii. Diseñar la placa colectora para que la mayor parte del aire circulante tenga contacto con la superficie disipadora logrando una mejor transferencia de calor.

METODOLOGÍA

Diseño de los prototipos

A partir de los antecedentes analizados se adoptaron y diseñaron nuevos prototipos, logrando seis modelos diferentes, cuyas variaciones tecnológicas y económicas se centran en la placa absorbadora/disipadora. Si bien los demás componentes también pueden incluir variaciones (cajas, superficies transparentes, etc.), consideramos relevante en esta etapa realizar un análisis comparado en el componente mencionado. En cuanto a la mano de obra, en este caso no influye en los costos ya que el desarrollo está pensado para la autoconstrucción. Con respecto a la vida útil, si bien los ensayos realizados no aportan información al respecto, la misma está condicionada a los materiales utilizados cuya duración es conocida en los ámbitos de producción. Por ejemplo, en el caso de los polietilenos, entendiéndolo a este como uno de los menos duraderos, la tasa de sustitución es de dos años.

A los efectos de contrastar los resultados, se normalizaron las cajas de cada colector, las que se construyeron en chapa galvanizada, siendo sus dimensiones de 1m de largo por 1m de ancho, por 0,10 m de profundidad. En la parte posterior de la caja se practicaron dos rendijas rectangulares centradas de 0,34 m de largo por 0,03 m de ancho ($0,0102 \text{ m}^2$), uno superior y otro inferior, a los efectos de asegurar la circulación convectiva del aire. La caja está aislada con poliestireno expandido de 0,025 m de espesor en todos sus lados. Sobre el poliestireno se dispuso una membrana aluminizada y aislante. Para la cubierta transparente se utilizó film de polietileno de larga duración (LTD) de 200 micrones, semejante a los utilizados por los productores en sus invernaderos, adherido en este caso a un marco de chapa galvanizada. El marco reduce el área nominal de colección a $0,90 \text{ m}^2$. En la Figura 1 se pueden observar los seis prototipos construidos con materiales económicos o de descarte y su proceso de construcción. Las seis variantes son: i. Chapa ondulada de acero galvanizada; ii. Chapa acero galvanizada perforada (punzada manualmente); iii. Viruta de acero, proveniente de residuos de tomería; iv. Tiras verticales de chapa galvanizada en forma helicoidal; v. Chapa de aluminio plana, conformada por la superposición de latas abiertas; vi. Latas de aluminio conformando ductos verticales. La figura 2 muestra la caja tipo de cada probeta.

i. La placa absorbadora construida con chapa ondulada es una opción de fácil elaboración, ya que no requiere de ningún proceso específico, sólo pintar la superficie de color negro mate. Una de sus ventajas es que aumenta la superficie de disipación en un 10% en comparación a una placa plana. Como una de sus desventajas se destaca que de no conseguirse como material de descarte, debe comprarse, teniendo un alto costo. Los materiales que se utilizaron para su construcción fueron: chapa acanalada galvanizada N°24 (0,55mm y $5,39 \text{ Kg/m}^2$) de 12 lomos de 0,9 m de ancho, alambre galvanizado de sujeción, calibre 0,8 de 1,5 m de longitud, 6 tornillos autoperforantes $\frac{1}{2}$ ", y pintura negro mate. La placa tiene una superficie disipativa (área de contacto térmico) de $0,9 \text{ m}^2$, quedando suspendida en la caja en forma vertical para que circule el aire por ambas caras.

ii. La placa absorbadora construida con chapa perforada (punzada) es una opción que mejora el intercambio térmico al maximizar la circulación del aire a través de la placa, pero su costo es significativamente mayor en relación a la chapa acanalada. En consecuencia se utilizó chapa galvanizada lisa N°27 (0,4mm y $3,5 \text{ Kg/m}^2$), perforada en forma manual. Además de su menor costo, entre las ventajas se puede mencionar que el material desplazado por el proceso de punzonado mantiene la superficie nominal de disipación de la placa, mejorando la transferencia a partir de modificar su rugosidad. La placa tiene una superficie disipativa de $0,85 \text{ m}^2$ (0,89 m x 0,95 m de lado). Se logró una relación de superficie entre el lleno y el hueco del 34%, sin reducir la superficie nominal. La placa se dispone en forma inclinada, dejando mayor espacio coincidente con el ingreso de aire en la rendija inferior de la misma.









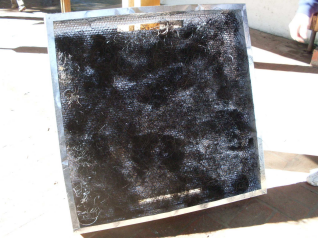








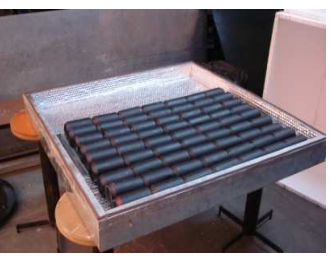
P1. Chapa ondulada galvanizada			
P2. Chapa galvanizada perforada			
P3. Viruta			
P4. Tiras de chapa galvanizada helicoidal			
P5. Chapa de aluminio plana			
P6. Latas de aluminio en tira			

Figura 1. Construcción de los 6 prototipos de colectores de aire livianos.

iii. La placa absorbadora construida con viruta metálica, es una opción que no había sido observada en el relevamiento bibliográfico. Este es un material cuyo componente principal en este caso es acero H17, como producto de descarte de la tornería. Las ventajas son el costo cero y la facilidad de su colocación. Para conformar la placa absorbadora se utilizaron 4 kg

de viruta, contenida en una bolsa de alambre tipo mosquitero, ambos pintados de negro mate. La placa de viruta tiene una superficie disipativa de $3,8 \text{ m}^2$. Para calcular la misma, al tratarse de un material homogéneo (residuo de un mismo material de mecanización), se extrajeron muestras y a partir de ellas se calcularon las superficies de las mismas y su peso, utilizando para tal fin una balanza electrónica de precisión. Con la relación superficie/peso promedio ($0,95 \text{ m}^2/\text{kg}$) extraída de las muestras, se estimó la superficie de disipación total.

iv. Con la cuarta variante, conformada por tiras de chapa galvanizada en forma helicoidal, se buscó obtener un mayor contacto entre el aire y la superficie absorbadora/disipadora. Se propuso incrementar la circulación del aire, fomentando la turbulencia a través de una mayor superficie de disipación y una configuración lineal de componentes, en forma vertical. Esta disposición aumenta la superficie de disipación en un 60% con relación a las configuraciones planas; y son de fácil construcción. Como desventaja se observó que el helicoide produce sombreado de una parte de la superficie de la placa. La construcción manual se ejecutó a partir de enroscar la chapa sobre un palo de escoba, y luego cada helicoide fue vinculado desde los extremos con alambre galvanizado. La placa tiene una superficie disipativa de $1,6 \text{ m}^2$ (16 helicoides de $0,1 \text{ m}^2$ de superficie metálica). Los helicoides se sujetan alineados en forma vertical, en la parte superior, media e inferior de la caja contenedora.

v. En el caso de la placa absorbadora construida con latas de aluminio (material reciclado de latas de gaseosa), la unión de las mismas por sus extremos nos permite conformar estructuras tubulares paralelas. Su costo es cero, cuenta con una gran conductividad térmica y se logra aumentar significativamente la superficie de disipación en forma sencilla y compacta. Al igual que en las otras estructuras lineales, se fomenta la circulación de aire pero con baja rugosidad. Para mejorar esta propuesta se plantea a futuro la incorporación de aletas helicoidales metálicas en el interior de cada estructura tubular. Para armar la placa, las latas fueron descabezadas en ambos extremos manteniendo su estructura resistente, y unidas entre sí con sellador. Se vincularon entre sí mediante alambre galvanizado en los extremos. La placa tiene una superficie disipativa de $2,23 \text{ m}^2$ y utiliza 91 latas.

vi. Por último, en la sexta opción se implementó también el reciclado de latas, conformando en este caso una placa plana de aluminio, similar a las utilizadas en colectores tradicionales, pero con costo cero y mayor nivel de conductividad. Entre las desventajas podemos mencionar el grado de complejidad constructiva, fundamentalmente en el alisado y solapado entre chapas. La placa fue conformada a partir de la unión de latas alisadas y solapadas, las que se sujetaron entre sí con abrochadora de oficina. La placa tiene una superficie disipativa de $0,85 \text{ m}^2$ y utiliza 50 latas.

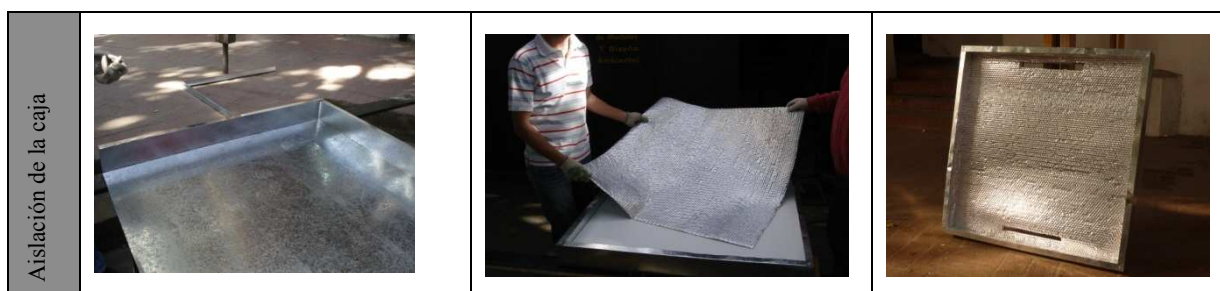


Figura 2. Caja contenedora de los colectores.

Metodología de ensayo de los prototipos

Los ensayos realizados forman parte de un conjunto de pruebas destinadas a evaluar los colectores de aire resueltos con materiales no habituales y/o reciclados. Entre las evaluaciones previstas se consideran ensayos de prestaciones y funcionamiento, de materialización, de capacidad térmica y de rendimiento. En esta primera etapa se analizaron los aspectos de diseño y los constructivos en relación a las mediciones de su capacidad térmica.

Los ensayos de las seis probetas se realizaron en forma simultánea en el laboratorio a cielo abierto del LAMBDA, utilizando para cada colector una estructura volumétrica estanca a climatizar de $0,9025 \text{ m}^3$ de volumen interior. La misma está construida con planchas de poliestireno expandido de $0,025 \text{ m}$ de espesor y densidad 20 kg/m^3 . La caja resultante fue pintada en su exterior para protección hidráulica y UV. Cada caja tiene una perforación de 1 cm de diámetro centrada en la cara superior, a 1 cm del borde de la cara frontal, utilizada para introducir un anemómetro de hilo caliente y medir la velocidad promedio de la boca de entrada y de salida del aire del colector. En el interior de la caja, en su baricentro se colocó un micro-adquisidor de datos para registrar la temperatura alcanzada en el recinto. En todos los casos se registraron las temperaturas de entrada y salida de cada probeta, las velocidades promedio de flujo y las temperaturas de cada espacio. Simultáneamente se registró la temperatura ambiente y la radiación solar sobre el plano de trabajo de las probetas (vertical norte). La Figura 3 muestra las probetas y su disposición.



Figura 3. Montaje de las cajas para la medición de las seis probetas

RESULTADOS DEL ENSAYO

Los resultados obtenidos muestran dos registros típicos de la estación invernal, catalogados como días “tipo 2” de diseño⁶, con valores de heliofania relativa (HR) entre el 20 % y el 70%. Uno muestra las características con valores mínimos (HR cercana 20%) y el otro las características con valores máximos (HR próxima al 70%), del día tipo considerado. Los ensayos muestran una alta sensibilidad con respecto al recurso solar, observándose que en los casos de menor HR las respuestas térmicas son uniformes y similares en las seis probetas. En los registros de mayor HR (cerca de 70%) se presentan diferencias significativas en algunas probetas, en función de sus características de diseño y constructivas.

La Figura 4 muestra para dos días de ensayo, correspondientes a un mismo día tipo de diseño (día tipo 2) las respuestas térmicas de las seis probetas en función del recurso solar disponible en cada caso, detallando la temperatura alcanzada en un recinto cúbico de 1 m³ de volumen vinculado a cada colector. Durante el día se observa un comportamiento térmico proporcional a la radiación incidente alcanzando incrementos de temperatura muy significativos con respecto a la temperatura ambiente (entre 20 °C y 30 °C aprox.)

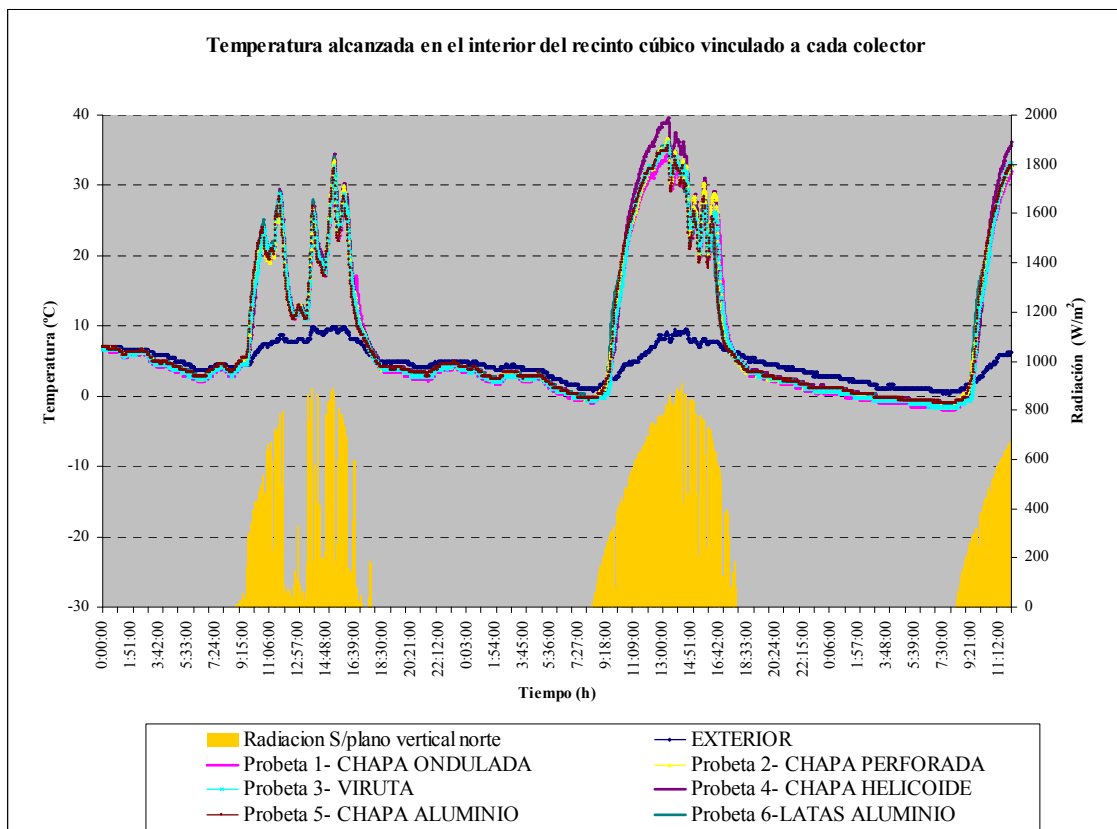


Figura 4. Temperatura alcanzada en el interior de los recintos y radiación vertical norte.

Con el objeto de analizar las diferencias registradas entre las probetas, se puntualiza sobre el día que registra mayor heliofania (cerca al 70%) y se analizan las características de cada probeta y los resultados obtenidos. En la Figura 5 se integran los rangos de temperaturas alcanzados en las rejillas de entrada y salida de cada probeta y la temperatura ambiente. Durante el día, se observa un incremento térmico aproximado entre la temperatura de entrada y salida de los colectores de

⁶ Los días tipo se definen en función de la heliofania relativa –HR- mayor a 70% (día tipo 1), entre 70% y 20% (día tipo 2), y menor a 20% (día tipo 3).

50°C. Durante el período nocturno en todos los casos las temperaturas en las rejillas son inferiores a la exterior (entre 1 °C y 1,5 °C menos) verificándose enfriamiento nocturno a partir de una inversión térmica, infiriendo una emisión de las superficies de disipación hacia la atmósfera. Este fenómeno no se considera significativo, ya que en su etapa de implementación el colector permanecerá aislado del espacio interior durante el período nocturno.

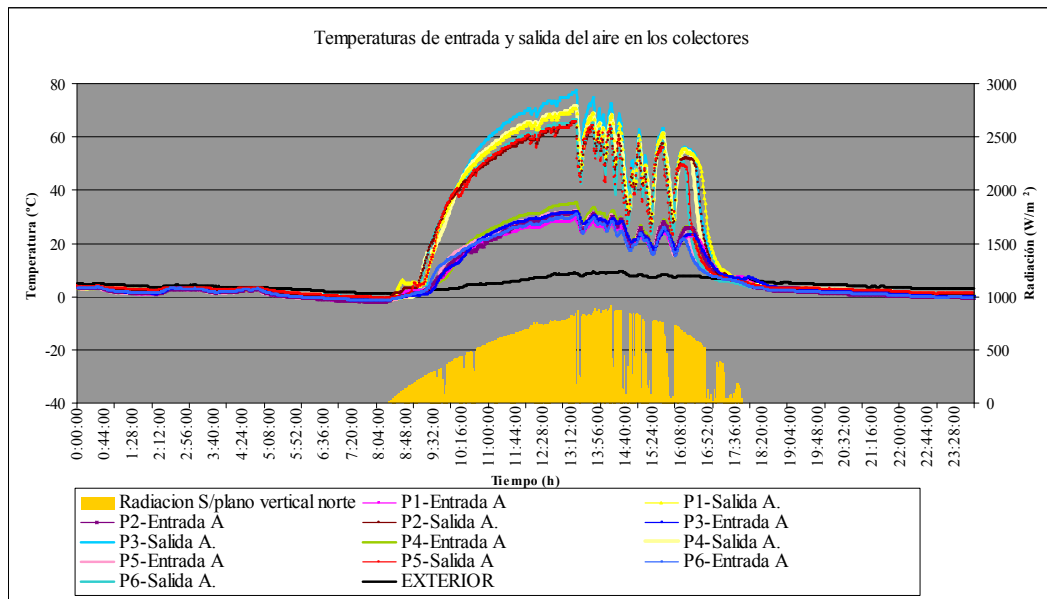


Figura 5. Temperaturas de entrada y salida de aire de colectores y radiación vertical norte.

La Figura 6 muestra las temperaturas máximas de entrada y salida del aire e interior del recinto alcanzadas por cada probeta, las superficies de disipación y la velocidad promedio de flujo del aire. Esta última referencia sólo en la etapa inicial de carga, dado que cada probeta cuenta con un volumen a climatizar reducido de 1 m³. Esto implica que una vez alcanzadas las temperaturas de trabajo, las velocidades se reducen significativamente ya que se sufre un proceso de desaceleración provocado por el reducido volumen y el consecuente sobrecalentamiento del recinto a climatizar.

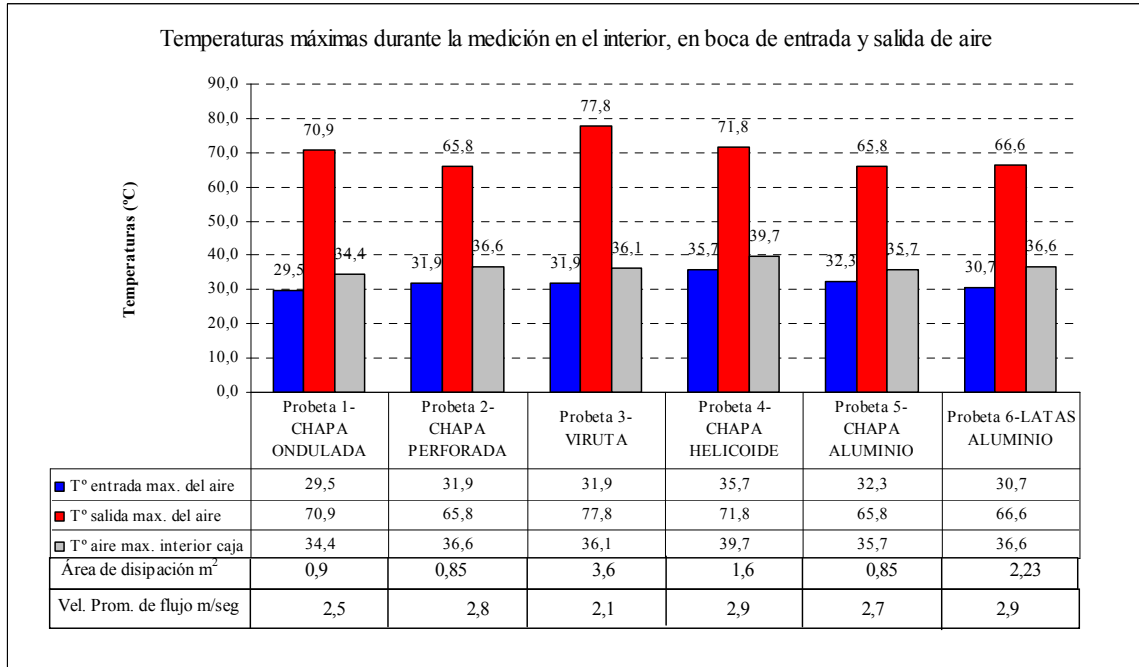


Figura 6. Temperaturas de entrada y salida de aire de colectores, temperatura del aire en el interior del recinto, velocidad promedio de flujo de aire y radiación vertical norte.

De la Figura 6 se distingue, en una apreciación general, que tres de las probetas presentan mejores respuestas térmicas, mientras que el resto presenta similar comportamiento. Las que alcanzaron mayor temperatura son las probetas P3-Viruta, P4-chapa helicoidal y P1- Chapa acanalada, cuyas temperaturas de boca de salida de aire son de 77,8 °C; 71,8 °C y 70,9 °C, respectivamente. Las probetas restantes, si bien alcanzaron buenos niveles térmicos, sus máximos han sido muy parejos y difieren algunos grados con respecto a los anteriores. El orden de este grupo respondería a P-6 latas de Al, P-2 Chapa perforada y P-5 Chapa de Al, con temperaturas en la boca de salida de 66,6 °C y 65,8 °C respectivamente.

Como se observa, los aspectos relacionados con el diseño, la morfología y la materialización influyen en los resultados, actuando sobre las variables termo-físicas fundamentales y modificando los niveles de temperatura alcanzados en cada prototipo. Las particularidades en cada probeta según su orden de mérito son:

En la probeta P3-Viruta, se infiere que las altas temperaturas alcanzadas responden a que cuentan con una gran superficie de disipación; a un bajo perfil de velocidades (2,1 m/seg de promedio en la etapa de carga) y a una morfología de alta rugosidad. Estas circunstancias conllevan a que la temperatura entre la boca superior y la inferior de salida de aire registran la mayor diferencia térmica (45,9 °C). En cuanto a la temperatura útil alcanzada en el recinto cúbico a climatizar, se observan niveles térmicos intermedios (36,1 °C), evidenciando una dinámica de transferencia restringida por el grado de rugosidad de la superficie intercambiadora.

En la probeta P4-Chapa helicoidal, también se registran altos niveles térmicos en la boca de salida, con una superficie de disipación menor, pero con una mayor velocidad promedio de flujo (2,9 m/seg). En este caso se infiere una mayor dinámica en la transferencia de calor teniendo en cuenta la relación flujo-superficie, consecuencia de la morfología lineal de la superficie disipadora. Dicha dinámica permite obtener menor diferencia entre temperaturas de bocas y el mayor registro térmico útil en el recinto cúbico a climatizar (39,7 °C).

En la probeta P1-Chapa ondulada, los niveles térmicos de la boca de salida superaron los 70 °C, con una velocidad de flujo intermedia a las probetas anteriores (2,5 m/seg). Si bien también se trata de una morfología lineal, el grado de rugosidad de dicha superficie de disipación es reducido con bajos niveles de turbulencia. Esa configuración minimiza en consecuencia la transferencia de calor entre la superficie y la masa de aire circulante. A partir de estas características, la temperatura útil resultante en el recinto cúbico a climatizar es menor a la P4 y P3, evidenciando una dinámica de transferencia menor.

En cuanto al otro grupo de probetas, P-6 Latas de Al; P-2 Chapa perforada y P-5 Chapa de Al, presentan diferencias constructivas y morfológicas con resultados térmicos similares. En estos casos se registran temperaturas equivalentes en el recinto a climatizar, evidenciando compensaciones en el balance de transferencias entre las superficies de disipación, la morfología y las velocidades de flujo. Entre las particularidades, se puede observar que en el caso de la P-6 se registra la velocidad promedio de flujo más alta (2,9 m/seg), en concordancia con su estructura tubular de baja rugosidad. En el caso de las probetas P-2 y P-5, ambas cuentan con la misma superficie de disipación, con texturas rugosa y lisa respectivamente. Dichas condiciones no han generado diferencias en el comportamiento térmico final, situación que amerita profundizar en un futuro en los materiales utilizados (acero y aluminio respectivamente), en la capacidad de disipación, en la masa y en la temperatura de placa.

CONCLUSIONES

Si bien la diversidad de probetas y los ensayos realizados incluyeron sólo algunas variables a tener en cuenta en el conjunto de ensayos propuestos, estos nos han permitido establecer ventajas y desventajas de diseño, constructivas y de funcionamiento básico. Se observaron en tres casos comportamientos particulares acordes a sus características termo-constructivas, y en el resto se verificaron situaciones comparables con tecnologías diferentes. Los comportamientos registrados permiten evaluar las tecnologías más viables a partir de los materiales utilizados y las dificultades constructivas, con relación a las capacidades térmicas y temperaturas finales logradas. En estos términos se puede comenzar a identificar el grado de acercamiento a los objetivos propuestos, su facilidad constructiva y la continuación y/o reestructuración de ensayos que permitan desagregar comportamientos de variables y calcular rendimientos.

En esta primera etapa las experiencias expuestas aportan elementos sustantivos para mejorar aspectos de diseño, tecnologías constructivas y materialidad, permitiendo hacer una preclasificación previa de factibilidades. En esta instancia se incluye la viabilidad de fabricación por autoconstrucción, la inclusión de materiales no habituales y/o reciclados y la aptitud térmica.

A modo de síntesis podemos especificar algunas apreciaciones:

- La probeta con placa absorbidora de viruta, es la que ha alcanzado las mayores temperaturas de salida del aire. La misma presenta ventajas en relación a su costo cero y a la facilidad de su construcción. Por otra parte es una innovación, de acuerdo a los colectores de aire existentes. En síntesis es un sistema con gran posibilidad de ser transferido a los sectores sociales descriptos.
- La probeta con placa absorbidora de chapa galvanizada helicoidal, es la que le sigue a la anterior en cuanto a temperaturas máximas de salida de aire; pero supera a la anterior en la temperatura útil alcanzada en el recinto cúbico. Este sistema fue considerado como de fácil construcción y económico.
- La probeta con placa de chapa ondulada galvanizada es un sistema que ya había sido probado en otras investigaciones y sigue demostrando sus ventajas térmicas. En este caso, puede ser una estrategia altamente viable si este material puede ser obtenido a partir del reciclado del sector de la construcción, por su facilidad constructiva.
- Las tres opciones restantes, cuyas placas son de chapa plana perforada, plana de aluminio reciclado y latas de aluminio reciclado, presentan semejantes respuestas térmicas. Pero las dos últimas opciones tienen un costo cero y entre éstas, las latas tubulares han demostrado una mayor facilidad constructiva.

BIBLIOGRAFÍA

- Hernández A., Fernández C., Salvo N., y Suligoy H. (2007). Diseño, construcción y primeros ensayos de un colector solar calentador de aire de tipo loop convectivo para el calentamiento de edificios. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 11, 2007. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Hernández A., Salvo N., Fernández C. y Suligoy H. (2008). Diseño y evaluación térmica de un colector solar calentador de aire de placa perforada para calefacción de edificios. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 12, 2008. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Salvo N., Hernández V., Molina Castillo V. S. (2009). Análisis hidráulico de la circulación de aire en un colector para calefacción. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 13, 2009. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184
- Echazú R., Saravia L., Alía de Saravia D., Quiroga M., Condorí M. (2008). Estudio de un colector solar para aire de bajo costo. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 12, 2008. Impreso en la Argentina. ISSN 0329-5184

Páginas web consultadas:

- Lasfargues, “Proyecto solar real con colectores de aire”. <http://www.lasfargues.com/materiales.html> (consultado el 10/08/2010)
- Colorado Wind Power, “Home brew solar hot air heater”. <http://www.coloradowindpower.com/page.php?26> (consultado el 10/08/2010)
- Cainsolar, “The original and best forced convection solar heating unit in the world today”, 2010. <http://www.cansolair.com/gallery.php> (consultada el 10/08/2010).
- Grammer solar, “AireSolar, calefacción y ventilación mediante el sol”. <http://www.grammer-solar.es/productos/airesolar/index.shtml> (consultada el 10/08/2010).

ABSTRACT

This work exposes the results of designing, construction, testing and comparison of low cost air heating solar collector. Six prototypes were compared with a nominal surface area of 1 m². Absorber surfaces have been built with unusual and / or recycled materials: corrugated metal, galvanized steel, aluminum cans, metal shavings. The cover is a 200 microns transparent polyethylene sheet. Advantages and disadvantages related to designing, processes and feasibility constructive related to social location in which will be transferred, is presented. Achieved thermal levels from input and output air collector and a 1 m³ air container connected to each of them, were analyzed. Measurement was realized in July and August 2010. As a result, systems that have presented the best performance were identified.

Palabras clave: air heating solar collectors – unusual and/or recycled materials- testing.