

## ESTUDIO COMPARATIVO DE SUPERFICIES COLECTORAS Y CUBIERTAS TRANSPARENTES

Hugo D. Zurlo, Rubén Spotorno, Daniel A. Rodríguez y Gustavo R. Figueredo  
Facultad Regional Resistencia – Universidad Tecnológica Nacional  
French 414, (3500) Resistencia, Argentina. Tel/Fax: +54 3722 432683  
e-mail: [utn.resistencia@ecomchaco.com.ar](mailto:utn.resistencia@ecomchaco.com.ar)

**RESUMEN** Se exponen los resultados del estudio comparativo de dos superficies colectoras distintas: aluminio arenado y hierro galvanizado pintado de negro, como así también de dos cubiertas transparentes: vidrio y policarbonato alveolar. El objeto del estudio era determinar la conveniencia de utilizar una u otra en la construcción de colectores solares de bajo costo. Para ello se construyeron dos colectores idénticos de 0,5 m<sup>2</sup> de superficie colectoras cada uno y con placa colectoras y cubierta transparente fáciles de remover. Los ensayos se realizaron manteniendo las mismas condiciones en ambos colectores y alterando una sola variable a la vez: en primera instancia, con igual cubierta transparente se ensayaron dos placas colectoras distintas, y en segundo lugar, con igual placa colectoras se usaron cubiertas transparentes distintas. Se midieron temperaturas de aire a la entrada y salida en cada colector, como así también en la placa colectoras. Los resultados muestran idéntico comportamiento del policarbonato respecto del vidrio y un mejor comportamiento del hierro pintado respecto del aluminio arenado.

**PALABRAS CLAVE:** Cubierta transparente, placa absorbente, estudio comparativo, materiales.

### INTRODUCCIÓN

El vidrio es uno de los materiales más ampliamente usado como cubierta transparente en colectores solares. Sin embargo presenta algunos problemas como ser, principalmente, la fragilidad (Michels, 1979); y, en comparación con otros materiales, elevado peso y costo. La existencia en el mercado de cada vez mejores y más accesibles materiales alternativos plantea la posibilidad de sustituir el vidrio por estos materiales en aplicaciones donde se busca el bajo costo.

La mayoría de los medios transparentes transmiten selectivamente; esto es, la transmitancia es una función de la longitud de onda de la radiación incidente. Algunos de los materiales utilizados como cubiertas de colectores solares tienen transmitancias mucho más dependientes de la longitud de onda que el vidrio, lo que hace necesario obtener la transmitancia monocromática y luego integrarla sobre todo el espectro (Duffie y Beckman, 1991).

Comparando las características tabuladas para el vidrio y para el policarbonato (Sunloid PC, 1996), se observa que la respuesta espectral del policarbonato no es muy diferente de la del vidrio, aunque algo más desfavorable. En el caso del vidrio con bajo contenido de hierro (<0,02% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) la transmitancia es del 92% en forma relativamente constante entre 0,2 y 2,8 μm; el policarbonato tiene una transmitancia de 88%, con algunos valles, entre 0,4 y 2,2 μm. En contraposición, la densidad del vidrio es algo más del doble de la del policarbonato y, a valores normales actuales del mercado, el precio del vidrio es 2,1 veces el de una plancha de policarbonato alveolar de la misma superficie y espesor. Algunas otras características deben ser tenidas en cuenta, como la mayor resistencia al rayado que tiene el vidrio y la degradación que sufren los plásticos con el paso del tiempo y la exposición al sol.

Una situación parecida se presenta al analizar las distintas opciones de materiales para placas colectoras. Ejemplo de esto es la propuesta de utilizar, como placa colectoras en la construcción de secaderos solares para madera, chapa de aluminio tratada superficialmente mediante un método antirreflectante, que aumenta su rugosidad evitando la necesidad de pinturas (Benítez et al, 1995).

Recubrir una superficie con pintura implica agregar una resistencia térmica a la transferencia de calor. Si se pintan ambas caras de una superficie de intercambio, estas resistencias adicionales incrementan significativamente la resistencia a la conducción del calor. Si se sustituye el tratamiento de pintado por otro que no agregue resistencias significativas al flujo de calor, es esperable obtener una mejor transferencia de energía al fluido que interesa calentar (Chassériaux, 1990). Como primer intento en esta búsqueda se decidió utilizar un material de baja resistencia térmica y alta resistencia a la degradación como el aluminio, en la presunción de que sus mejores prestaciones compensen su mayor costo.

De allí surge la inquietud de efectuar estudios comparativos de distintos materiales, a fin de determinar la conveniencia técnico-económica de utilizar los distintos materiales. Se presentan los primeros ensayos efectuados, consistentes en la comparación de dos cubiertas transparentes: vidrio de 6 mm y policarbonato alveolar de 6 mm; y dos placas colectoras de igual espesor: chapa de aluminio tratada superficialmente mediante arenado y chapa galvanizada pintada de negro mate.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó y construyó un par de colectores gemelos, con las mismas dimensiones (1090 mm de largo, 540 mm de ancho, 290 mm de alto) y materiales, y con la posibilidad de remover placa colectora y cubierta transparente en ambos. La placa colectora, de 0,5 m<sup>2</sup>, divide la caja del colector en dos cavidades: una superior estanca (entre placa y cubierta) y otra inferior con compuertas de entrada y salida que podían ser cerradas a voluntad. Los colectores fueron construidos en madera con aislamiento de poliestireno expandido en la cavidad inferior y, tanto la placa colectora como la cubierta transparente son removibles para poder ser sustituidos por otros materiales.

A fin de compensar errores en la medición, se intercambiaron las placas colectoras, cubiertas transparentes y termocuplas, verificándose los valores tomados en primera instancia.

Las variables características que se fueron midiendo durante los ensayos son las siguientes:

- Temperatura del aire a la entrada y a la salida de los colectores (cuando correspondía).
- Temperatura de las placas colectoras.
- Temperatura de la cámara estanca (entre placa colectora y cubierta transparente).
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del aire a la salida de los colectores (cuando correspondía).
- Radiación solar sobre superficie plana.

Las temperaturas fueron medidas con termocuplas tipo K y el registro de las mismas se efectuó con un Datalogger TESTO 454, la velocidad de aire con un anemómetro de hilo caliente y la radiación solar con un piranómetro Kipp & Zonnen.



*Fig. 1: Vista de los colectores durante un ensayo*

**Estudio de placas colectoras:** En estos ensayos se usó la misma cubierta de vidrio (cristal float) de 6 mm de espesor, y dos placas colectoras diferentes a saber: en un caso, chapa de aluminio de 0,6 mm tratada superficialmente mediante el proceso de arenado, y en el otro una chapa galvanizada N° 27 pintada de negro mate. Durante estos ensayos se mantuvieron cerradas las compuertas de entrada y salida de aire, por lo que el flujo circulante era nulo en ambos colectores. La insolación recibida por ambos colectores era la misma por haberse efectuado los ensayos en ambos simultáneamente, uno junto al otro y con la misma inclinación (Fig. 1).

**Estudio de cubiertas transparentes:** En primera instancia estos ensayos se realizaron utilizando pequeños ventiladores, es decir con tiro forzado, pero se pudo observar que debido a la elevada velocidad del aire, el incremento de temperatura del aire a su paso por el colector era demasiado pequeño. Debido a esto, el resto de los ensayos se realizó sin el empleo de los forzadores, es decir con tiro natural. En estos ensayos se observó un aumento notable en la temperatura de salida del aire, debido al menor flujo de aire, lo que disminuyó el impacto de los errores en la medición.

Se constató que el flujo de aire que circulaba por los mismos era el mismo midiendo velocidad de aire a la salida de ambos colectores en todo momento mediante un anemómetro de hilo caliente. Una vez asegurado que el flujo de aire era el mismo en ambos colectores, se procedió a medir temperatura de aire a la salida de cada colector, así como también temperatura de placas en cada caso y temperatura ambiente.

En el segundo ensayo se utilizó la misma placa colectora (chapa galvanizada pintada de negro), y dos cubiertas transparentes distintas: en un caso, vidrio (Cristal float) de 6 mm de espesor, en el otro, policarbonato alveolar de 6 mm de espesor. El vidrio tiene un costo de 29\$/m<sup>2</sup>, mientras que el policarbonato representa un costo de 14 \$/m<sup>2</sup>.

## DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En el ensayo de placas colectoras se buscó mantener las mismas condiciones de operación en ambos colectores, difiriendo uno del otro sólo por la placa absorbente. Los valores medidos se representaron gráficamente, en función del tiempo y se

muestran a continuación. En la Fig. 2, se observan las temperaturas alcanzadas por las respectivas placas absorbentes. Se aprecia claramente que la temperatura alcanzada por la chapa pintada de negro es superior a la de aluminio arenada. En la última parte de la curva se observa una inversión en las temperaturas en coincidencia con la ausencia de radiación incidente, por efecto del sombreado producido por el edificio lindante, lo que permite estimar una mayor emisividad de la chapa de hierro pintada respecto de la chapa de aluminio arenada concordando con el mejor comportamiento de la chapa de hierro pintada como placa colectora.

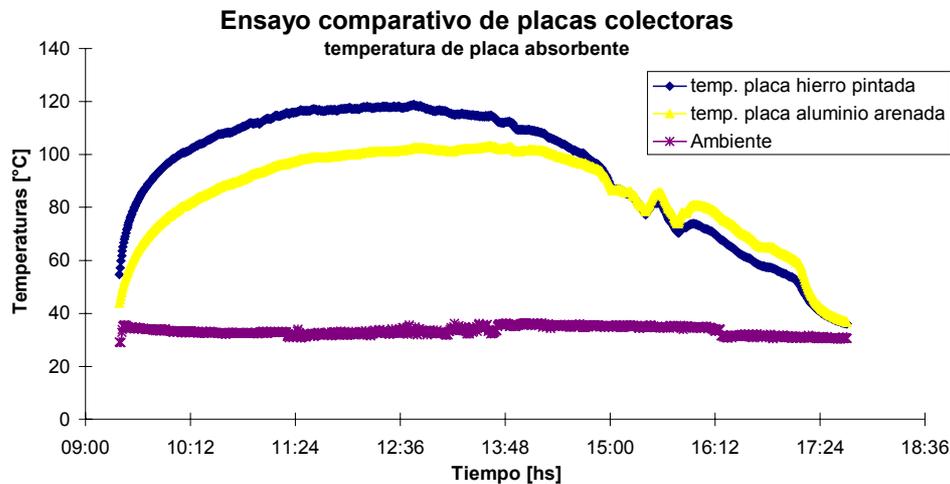


Fig. 2: Temperaturas alcanzadas por las placas colectoras (chapa de hierro pintada de negro y chapa de aluminio arenada) en iguales condiciones de operación.

En la Fig.3 se muestra la temperatura del aire alojado en la cámara inferior de cada uno de los colectores, debajo de la placa absorbente. Se puede apreciar que, en todo momento, la temperatura del aire bajo la placa de hierro pintado es superior a la del aire bajo la placa de aluminio arenado.

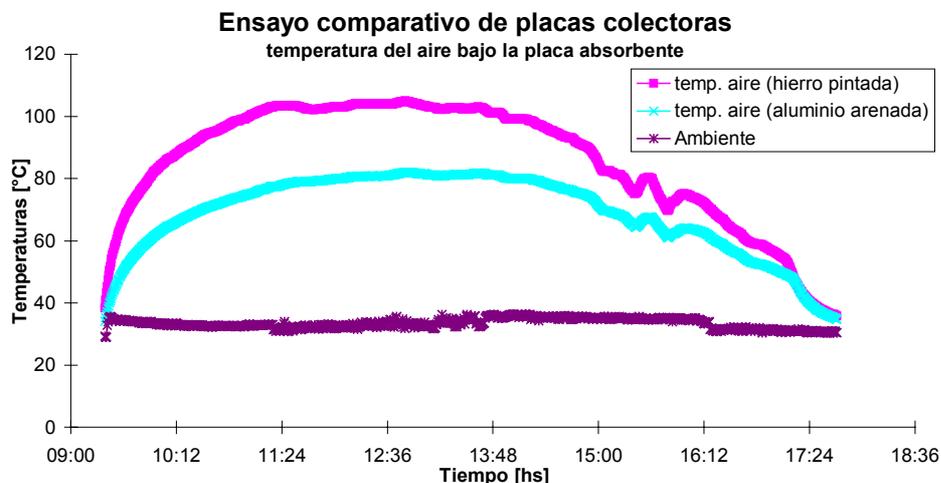


Fig. 3: Temperatura del aire bajo las placas absorbentes (chapa de hierro pintada de negro y chapa de aluminio arenada) en iguales condiciones de operación.

En el ensayo de las cubiertas transparentes se repitieron las mismas condiciones de operación y materiales en ambos colectores, modificando sólo la cubierta que en un caso estaba constituida por vidrio de 6 mm y en el otro por una lámina de policarbonato alveolar de 6 mm. Se practicaron aberturas de iguales dimensiones en ambos colectores, de modo que haya circulación de aire a circuito abierto y que el flujo sea el mismo en ambos casos. Esta última condición se verificó en todos los ensayos constatando que la velocidad del aire era la misma en ambos colectores. Se midió temperatura ambiente, de placa absorbente y aire a la entrada y a la salida de cada uno de los colectores. Las mediciones de temperatura se efectuaron con termocuplas tipo K y una llave selectora de ocho canales. En la Fig. 4 se muestran los valores de temperatura ambiente, de aire a la salida y de placa absorbente para ambos colectores en un día típico.

Se puede apreciar que el comportamiento de ambas cubiertas transparentes es muy similar, dado que las diferencias de temperaturas entre idénticos parámetros en ambos colectores son pequeñas y de un orden comparable al de error del ensayo. Si bien era de esperar un mejor comportamiento del vidrio por sobre el policarbonato, en ningún momento hubo un claro

predominio en el comportamiento de un material por sobre el otro. Esto indica que para la calidad de los materiales disponibles en el mercado local se obtiene una respuesta similar con cualquiera de los dos materiales ensayados.

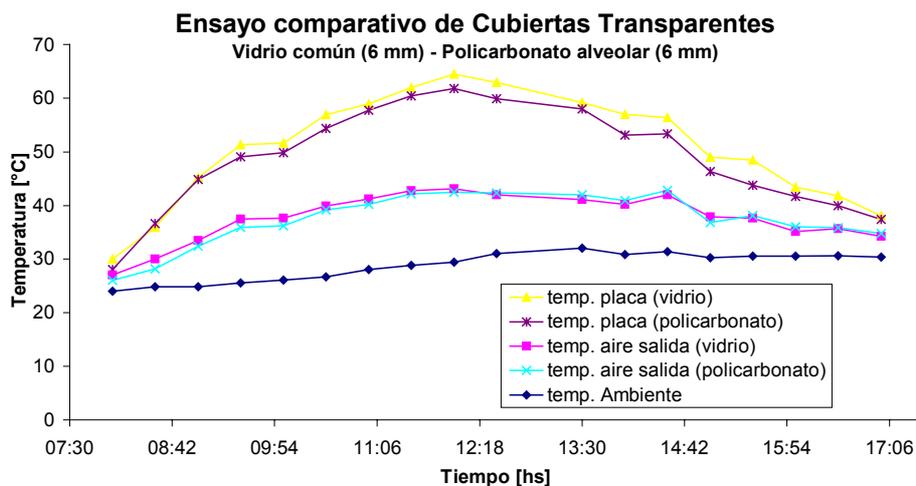


Fig. 4: Temperaturas medidas en un ensayo comparativo de cubiertas transparentes.

## CONCLUSIONES

En base a las experiencias realizadas hasta el momento podemos concluir que la chapa de aluminio tratada superficialmente mediante arenado no presenta el comportamiento esperado, al ser utilizada como placa absorbente en colectores solares. Comparando el arenado, como tratamiento superficial, con la pintura negro mate, es más adecuado este último tratamiento.

Si bien es esperable un mejor comportamiento del vidrio que del policarbonato, en su utilización como cubierta de colectores, los ensayos realizados muestran que la respuesta térmica es comparable, dejando librado a los otros factores (fragilidad, peso, durabilidad, precio, etc.) la decisión de usar uno u otro como cubierta transparente en un colector solar.

## PROYECCIÓN

Se pretende continuar con el ensayo de distintos materiales para ser usados como placa absorbente y como cubierta en colectores solares. En este momento se están efectuando algunos ensayos con chapa de hierro tratada químicamente para provocar la oxidación superficial de la placa de modo de obtener un óxido estable de color negro (magnetita), resistente a la degradación y con buenas propiedades de transferencia de energía.

## REFERENCIAS

- Benitez, F. *et al* (1995). Secadero solar de maderas complementado con gasógeno de residuos de aserradero a escala semiindustrial. En *Actas de la 18 Reunión de Trabajo de ASADES*, pp. 01.1-01.8, San Luis, Argentina.
- Chassériaux, J. M. (1990). *Conversión térmica de la radiación solar*, 1° edición en español, Librería Agropecuaria SA, Buenos Aires, Argentina.
- Duffie, J. A. Y Beckman, W.A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes*, 2° edición, pp. 231-233. Wiley Interscience, New York.
- Michels, Tom (1979). *Solar Energy Utilization*, pp. 61-68. Van Nostrand Reinhold Company.
- Sunloid PC (1996). *Technical Service Note*, pp 16-18. Tsutsunaka Plastic Industry .Co, Ltda. Tokio, Japon.

## COMPARATIVE STUDIES OF ABSORBERS AND COVERPLATES

**ABSTRACT.** Results of comparative studies of two different collector surfaces are exposed: treated aluminium and black painted galvanised iron, as well as two transparent coverplates: glass and polycarbonate. The object of study was to determinate the convenience of using each one in low cost solar collectors construction. Two identical collectors of 0,5 m<sup>2</sup> surface each were built, with easy removable absorber and coverplate. The experiments were made maintaining the same conditions in both collectors and changing only one variable at once: firstly, two different absorbers were tested with the same coverplate, and in second place, two different coverplates were used with the same absorber. Temperatures of air at entrance and exit of each collector were measured, as well as absorber's temperature. Results show identical behaviour of polycarbonate and glass, and a better performance of black painted iron over treated aluminium.