

EVALUACIÓN DEL USO DEL POLICARBONATO EN COLECTORES SOLARES

María Torres , Jorge Follari y Amílcar Fasulo

Laboratorio de Energía Solar - Universidad Nacional de San Luis -
Chacabuco 917 - 5700 - San Luis. E. Mail : solar@unsl.edu.ar

Tecno Solar S.R.L. - Raúl B. Díaz 2938 - (5700) San Luis.
Tel : (0652) - 28925

RESUMEN:

En este trabajo nos propusimos determinar la factibilidad de reemplazar la pesada y frágil cubierta de vidrio de los colectores solares por una de material plástico. Teniendo en cuenta que, este último presenta similar transmitancia a la radiación visible y menor conductividad térmica que el vidrio, es de esperar un incremento en el calentamiento del receptor por efecto invernadero y una reducción de las pérdidas térmicas nocturnas, disminuyendo de este modo, los riesgos de roturas por congelamiento.

Se midieron sistemáticamente las variables correspondientes, y a través de la comparación de la alternativa propuesta con la solución existente, se cuantificó la factibilidad buscada.

INTRODUCCIÓN:

Los colectores solares, disponibles actualmente en el mercado argentino, usan en todos los casos una cubierta de vidrio. Si bien, en los últimos años, la transmitancia del vidrio ha mejorado, este sigue teniendo los inconvenientes propios de su naturaleza: es pesado, rígido y por lo tanto frágil; en consecuencia se lo debe proteger con una malla antigranizo. El vidrio tiene alta absorbancia de la radiación infrarroja, por lo cual las pérdidas térmicas por absorción y por conducción son significativas. De manera que las regiones que sufren heladas ven limitadas las posibilidades de usar colectores solares para calentamiento de agua. Los colectores que poseen receptores diseñados para contener mayor masa de agua y presentar elasticidad en su estructura, como es el caso de los colectores tipo bolsa de acero inoxidable pueden superar estas condiciones climáticas sin sufrir roturas por congelamiento. Los colectores con receptores tipo parrilla construidos con tubos metálicos quedan excluidos de ser empleados en estas condiciones por las razones apuntadas.

El policarbonato alveolar, disponible en el mercado local, posee una elevada transmitancia a la radiación solar, con valores próximos a los del vidrio común, además posee casi la mitad de transmitancia térmica. Esta y otras propiedades físicas del policarbonato alveolar de 6 mm se muestran en la TABLA I:

Propiedades Físicas	Policarbonato alveolar (6 mm)	Vidrio (3 mm)
Peso [grs / m ²]	1000	7500
Transmisión a la Radiación Solar	80 %	87 % (1)
Transmisión Térmica [W / m ² °C]	32	56
Resistencia al impacto [kgm]	16	0.2
Coefficiente de Dilatación [°C ⁻¹]	6.75 x 10 ⁻⁵	3 x 10 ⁻⁵
Transmisión en infrarrojo	≈ 5 %	≈ 0 %
Protección de U.V.	buena	no requiere

TABLA I : Algunas de las Principales Propiedades Físicas del Policarbonato Alveolar de 6 mm y del Vidrio.

METODOLOGÍA DE TRABAJO:

La metodología consiste en comparar dos colectores iguales, uno con cubierta de vidrio y el otro con cubierta de policarbonato alveolar de 6 mm. Para ello primero trabajamos con los dos colectores con cubierta de vidrio a fin de conocer con precisión la curva de rendimiento de cada uno y de esta manera determinar posibles diferencias en la construcción que conduzcan a distintos valores en el rendimiento. Luego se cambió la cubierta de uno de ellos por policarbonato y se repitieron las mediciones de ambos colectores.

En segundo término, evaluamos el rendimiento global de los colectores con cubiertas diferentes trabajando como calefones. Esto nos permitió comparar la captación de energía de los sistemas a lo largo de todo el día y, nos dio información de la captación en distintas condiciones de radiación y temperaturas.

La evaluación del funcionamiento como calefones se realizó también primero con ambos colectores con cubierta de vidrio. En segundo lugar uno con vidrio y el otro con policarbonato a fin de establecer las diferencias.

RESULTADOS EXPERIMENTALES:

Las mediciones efectuadas para obtener las curvas de rendimiento se realizaron teniendo en cuenta la norma IRAM correspondiente (N° 210. 002).

Las curvas obtenidas, a través del ajuste de 140 puntos experimentales, en la primer parte de la experiencia, se muestran en la FIGURA I. Se aprecia que uno de los colectores, que identificaremos como el colector izquierdo, tiene un rendimiento medio levemente inferior

al otro que llamaremos colector derecho. Dicha diferencia está comprendida dentro de los errores experimentales.

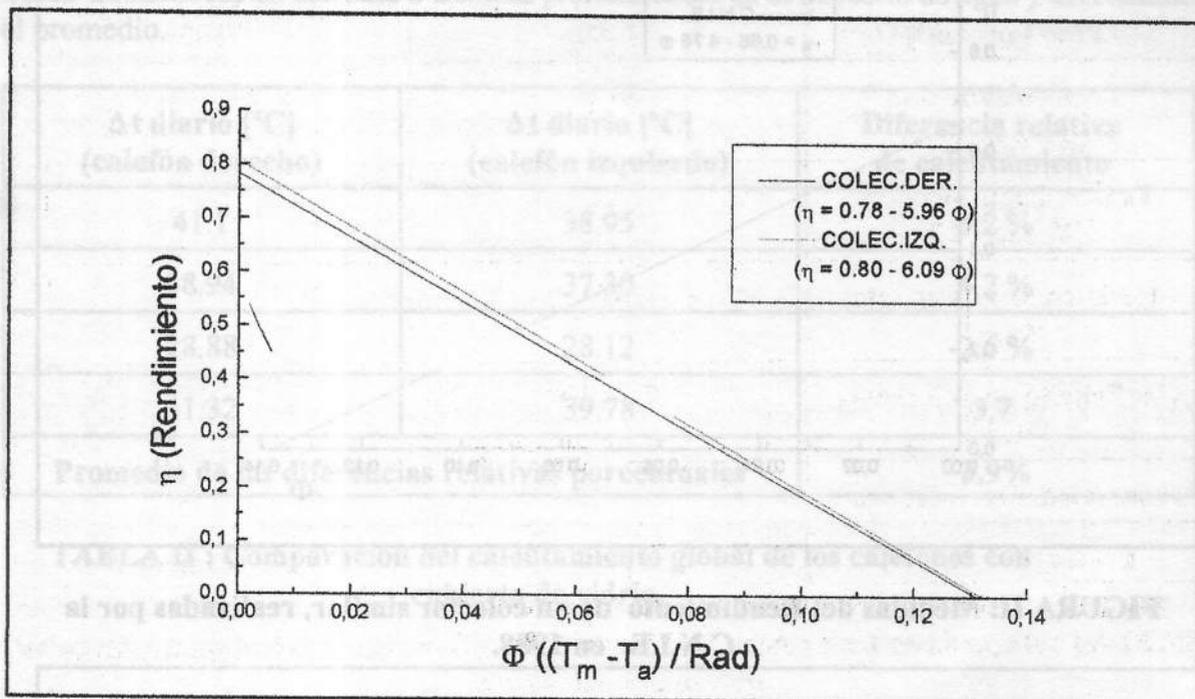


FIGURA I : Rendimiento referido al área bruta de dos colectores similares con cubierta de vidrio

Resulta interesante comparar estas curvas con las obtenidas, para un colector similar en 1988, por la C.N.I.E. ver FIGURA II. De tal comparación resulta que la curva actual se encuentra algunos puntos arriba . Esto se debe a dos factores:

- 1)Un receptor de mayor superficie (se eliminaron recortes de bordes de un 5% de la superficie receptora).
- 2)El vidrio actual es floating que tiene al menos 4% más de transmisividad que el vidrio usado en la medición de la CNIE.

Reemplazada la cubierta de vidrio por policarbonato en el colector izquierdo , obtuvimos las curvas de rendimiento respectivas . Los resultados se muestran en la FIGURA III .

Analizando la FIGURA III , notamos que el colector de policarbonato presenta una curva de menor pendiente y menor ordenada al origen, conforme a lo previsto al comparar las propiedades ópticas de estos materiales.

Haciendo una relación entre las ordenadas al origen del colector izquierdo cuando tiene cubierta de vidrio y cuando tiene cubierta de policarbonato, ya que la absorbancia y el factor de vista no cambiaron, encontramos que la transmisividad del policarbonato alveolar de 6 mm es en realidad de 0.784

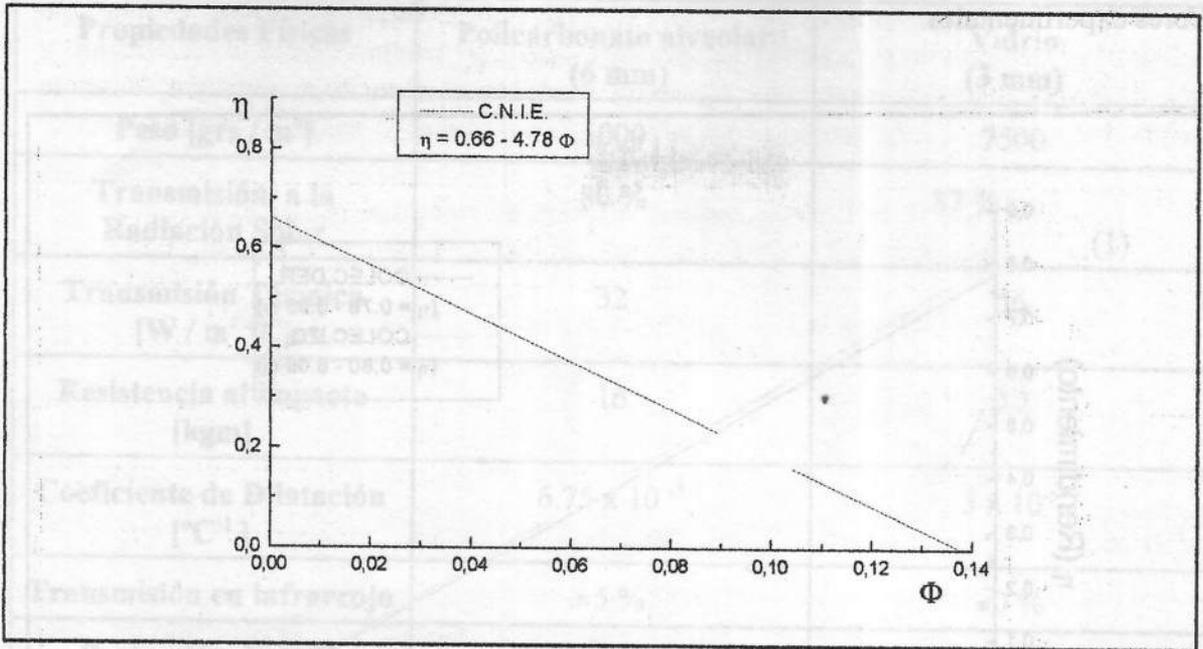


FIGURA II: Medidas del Rendimiento de un colector similar, realizadas por la C.N.I.E. en 1988.

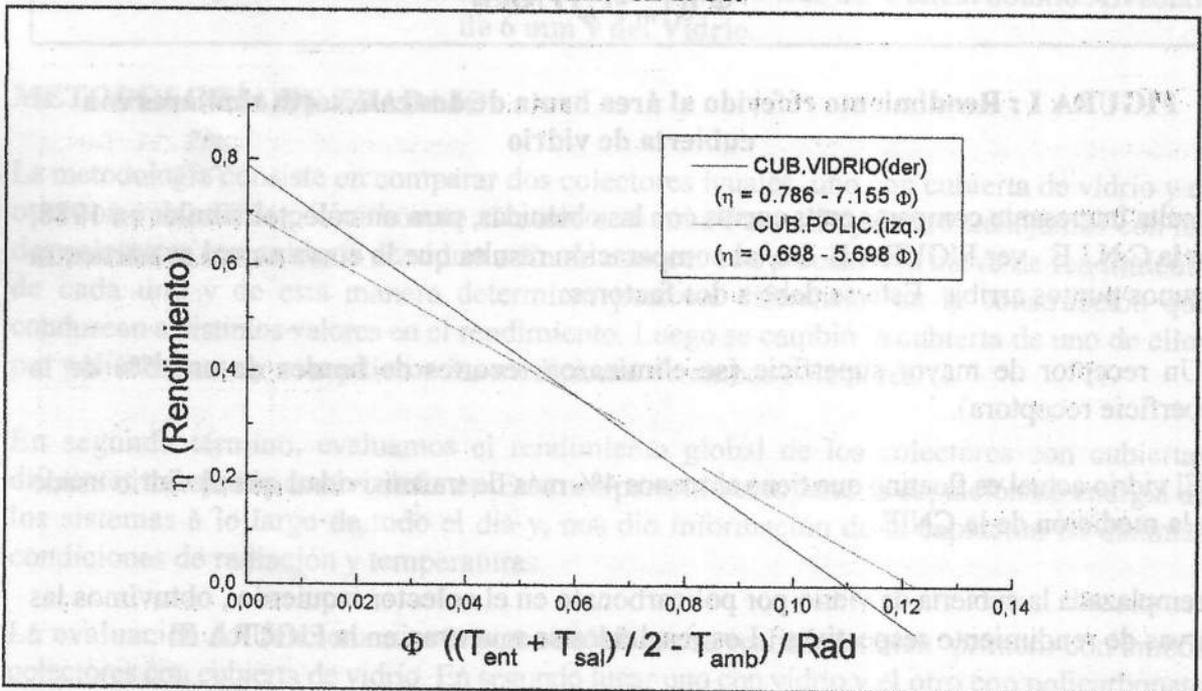


FIGURA III : Rendimiento, referido al área bruta, de los colectores Derecho (cubierta de Vidrio) e Izquierdo (cubierta de Policarbonato).

A continuación se realizan las experiencias con calefones completos. En la TABLA II se muestran los resultados del calentamiento diario, de cuatro días diferentes, cuando ambos tienen cubierta de vidrio. En primer lugar vemos que la relación de eficiencias se ha invertido, lo cual nos dice que el sistema "calefón izquierdo" tiene más pérdidas térmicas que el sistema "calefón derecho" y, que éstas son más significativas que las diferencias encontradas entre los colectores respectivos.

En la TABLA III, están los resultados de las medidas realizadas durante tres días, cuando uno de ellos tiene cubierta de policarbonato. Las mediciones de calentamiento las realizamos a través de termocuplas ubicadas a distintas profundidades en el depósito de agua y efectuando el promedio.

Δt diario [°C] (calefón derecho)	Δt diario [°C] (calefón izquierdo)	Diferencia relativa de calentamiento
41.1	38.95	5.2 %
38.94	37.30	4.2 %
28.88	28.12	2.6 %
41.32	39.78	3.7
Promedio de las diferencias relativas porcentuales		3.9%

TABLA II : Comparación del calentamiento global de los calefones con cubierta de vidrio.

Δt diario [°C] (calefón derecho, cubierta de vidrio)	Δt diario [°C] (calefón izquierdo, cubierta de policarbonato)	Diferencia relativa de calentamiento	Diferencia corregida por TABLA II
36.72	32.62	11.16 %	7.26 %
28.90	25.38	12.17 %	8.27 %
36.48	31.78	12.80 %	8.9 %
Promedio de las diferencias relativas corregidas			8.14 %

TABLA III : Comparación del calentamiento global de los calefones con cubierta de vidrio y de policarbonato.

Al analizar las Tablas II y III, tenemos la evaluación más relevante porque considera el comportamiento de ambos calefones en diferentes condiciones de trabajo y en el día completo. Se desprende que el calefón izquierdo, que posee un colector con cubierta de policarbonato, rinde un 8% menos que el calefón cuyo colector tiene cubierta de vidrio. Sin embargo ésta no es una diferencia terminal/final entre ambos sistemas pues nos falta tomar en cuenta la caída del rendimiento en el colector con cubierta de vidrio debida a la presencia de la necesaria malla antigranizo la cual reduce la cantidad de radiación que llega al receptor. Podemos estimar esta reducción midiendo la fracción de superficie que ocupan los hilos de la malla, lo que nos da un 10 %, de manera que tomaremos esa cantidad como una primera aproximación a la reducción en el rendimiento global del sistema. Finalmente comparamos los costos relativos de ambos colectores. Los resultados se muestran en la TABLA IV.

	Cubierta de Vidrio	Cubierta de Policarbonato
Colector sin Cubierta	77.3 %	77.3 %
Cubierta	13.6 %	27.2 %
Malla anti-granizo	9.1 %	-
TOTAL	100 %	104.5 %

TABLA IV : Comparación Económica.

Se aprecia que el colector con cubierta de policarbonato cuesta aproximadamente un 4.5 % más que el de vidrio con malla para granizo. Teniendo en cuenta la ventaja de resistencia a las roturas en el transporte del policarbonato, esta diferencia resulta irrelevante.

CONCLUSIONES:

- 1) El costo actual del policarbonato duplica al del vidrio pero, la diferencia disminuye a un 20 % si se tiene en cuenta los costos de la necesaria malla antigranizo que debe acompañar a la cubierta de vidrio.
- 2) La diferencia en la transmitancia de la radiación solar entre el vidrio y el policarbonato se traduce en un rendimiento un 8 % superior en el calentamiento de agua del calefón con cubierta de vidrio. Sin embargo, al tener en cuenta que la malla antigranizo desvía casi un 10 % de la radiación solar incidente, resulta un rendimiento mayor un 2% a favor del policarbonato.
- 3) Todo colector con cubierta de policarbonato, por su comportamiento respecto a la radiación térmica, disminuye los riesgos de roturas por congelamiento nocturno del receptor.
- 4) El menor peso, la mayor resistencia mecánica y la mayor flexibilidad del policarbonato, facilitan el transporte y el manipuleo del colector con cubierta de policarbonato.

BIBLIOGRAFÍA:

- 1) "Comparative Determination of Solar Radiation Transmittance";
L. Odicino , A. Fasulo y C. Esteban.
Proceedings of the Workshop on Materials Science and Physics of Non-Conventional Energy Sources".
- 2) "Colección Plana De Energía Solar"; A. Fasulo , M. Marcolini y O. Gómez.
Actas de la 2º Reunión de Trabajo de ASADES.
- 3) "Un colector solar de polipropileno"; A. Fasulo , J. Follari y M. Torres.
Actas de la 14º Reunión de Trabajo de ASADES.