

## AVANCES EN EL DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UN EQUIPO DE PRECALENTAMIENTO SOLAR INDIRECTO DE AGUA PARA USO DOMESTICO EN ZONAS FRIAS

Jorge Lescano<sup>(1,2)</sup>, Eduardo D'Elfa<sup>(1,2)</sup>, Patricio Triñanes<sup>(1,2)</sup>, Rafael Oliva<sup>(1,2)</sup>,  
<sup>(1)</sup>Area Energías Alternativas - Universidad Nacional de la Patagonia Austral

<sup>(2)</sup>Asociación Santacruceña de Energías Renovables

Lisandro de la Torre 1070 - 9400 Río Gallegos - Argentina

TE +54 2966 442317/19 - FAX +54 2966 442620 E-mail: micro-en@unpa.edu.ar

**RESUMEN:** Este trabajo presenta los avances en la construcción de un equipo de precalentamiento indirecto de agua para uso doméstico diseñado para funcionar en la región patagónica sur. El equipo solar se incorpora al circuito usual de calentamiento de agua en una vivienda rural, proporcionando energía térmica de origen renovable para su precalentamiento, siendo luego llevada a la temperatura de uso mediante un termostato a GLP (Gas Licuado de Petróleo), con el consecuente ahorro de combustible. Luego de culminados los ensayos sobre el prototipo, se instalará un sistema conformado por tres equipos similares funcionando en paralelo en la Escuela Rural N° 25 "Casimiro Biguá" en la Estancia Glencross distante a 70 km de la localidad de Río Turbio en la Provincia de Santa Cruz, con financiamiento del COFECyT (Consejo Federal de Ciencia y Tecnología). Se ha previsto registrar la producción del sistema a través de un contador calorimétrico digital ya utilizado en anteriores trabajos del grupo, que se complementa con interfase a PC.

Palabras Clave: **energía solar – zona fría - ahorro energético - adquisición de datos**

### INTRODUCCIÓN

El Equipo de Precalentamiento Solar Indirecto (EPSI) de agua para uso doméstico en zonas frías es un dispositivo de captación y transferencia de energía solar, pensado para complementar el funcionamiento del dispositivo para calentamiento de agua sanitaria en zonas aisladas en Patagonia Sur (usualmente un termostato alimentado con GLP). El EPSI proporciona un salto térmico inicial al agua (de red o pozo), siendo el termostato el que provee el salto térmico definitivo para alcanzar la temperatura de uso del agua caliente sanitaria (a.c.s.) de aproximadamente 45°C. Muy utilizado en otras latitudes con mejores niveles de radiación, en latitudes como las de Patagonia Sur su diseño no es trivial, dadas las bajas temperaturas (peligro de congelamiento) y necesidad de un aceptable rendimiento a bajo costo. La circulación termosifónica en el circuito primario se establece naturalmente al superarse una diferencia de temperaturas umbral entre el líquido anticongelante (agua destilada + monoetilenglicol + inhibidor de corrosión) contenido en el intercambiador (dentro del acumulador) y el que se encuentra en el colector, cuando éste recibe la energía proporcionada por la radiación solar.

En la figura 1 (izq.) puede verse un esquema de los circuitos primario (glicol-anticongelante) y secundario (agua sanitaria), con un detalle de las circulaciones y a la derecha, el EPSI acoplado al sistema tradicional de calentamiento de agua. Se incluye un contador calorimétrico con sensores de caudal y temperatura (ReSol, 1999), y un medidor de consumo de GLP.

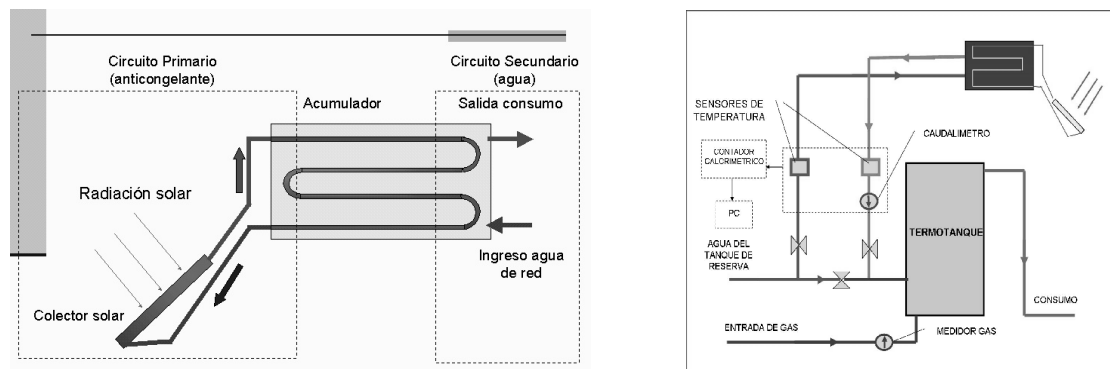


Figura 1: (izq) Circuitos primario (anticongelante) y secundario (agua) y (der) esquema de funcionamiento integrado.

### DIMENSIONAMIENTO DE LA SUPERFICIE DE UN COLECTOR DE PLACA PLANA

Se calculó la superficie de colector necesaria para proveer de agua caliente sanitaria a la Escuela Rural EGB N° 25 "Casimiro Biguá". En ella viven trece personas que consumen un promedio de 25 litros de a.c.s. por persona y por día. Se pretende una temperatura de salida del colector de 35°C aproximadamente, para completar a 45°C usando otra fuente de energía. La necesidad energética se calcula aplicando la fórmula:

$$Q = mc_c \Delta T \quad (1)$$

donde  $m$  es masa en kg,  $c_c$  la capacidad específica en J/K y  $\Delta T$  el salto térmico en K. En la Tabla 1 se indican las cantidades mensuales de energía necesaria (en MJ) para producir el salto térmico requerido.

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
MJ -Nec. Energética	681	615	811	847	875	941	972	972	847	810	690	680
ED/m <sup>2</sup>	295	233	220	131	60	8	0,5	62	161	213	228	252
4,5*ED	1.327	1.048,5	990	589,5	270	36	2,25	279	724,5	958,5	1.026	1.134

Tabla 1: Necesidad energética a lo largo del año, en Megajoules, energía disponible por metro cuadrado de superficie de colector, y energía mensual disponible del colector dimensionado (4.5m<sup>2</sup> - en MJ)

En la segunda fila de la Tabla 1 se muestran los resultados de energía disponible por m<sup>2</sup> de colector, basados en datos de radiación (SMN, 1998) y en factores de corrección para latitud Sur de 52° (Censolar, 1993). El criterio de cálculo es lograr la equivalencia en el área encerrada bajo la curva de necesidades energéticas y el área encerrada bajo la curva de aporte solar. Según este criterio, al dividir la necesidad energética anual entre la disponibilidad energética anual por metro cuadrado, se obtiene la cantidad necesaria de metros cuadrados de superficie de colector. En este caso, el cociente resulta 5,2 m<sup>2</sup>. En función de las dimensiones disponibles se considera necesario instalar una superficie total de 4,5 m<sup>2</sup>, con lo cual la energía mensual disponible queda indicada en la fila 3ª de Tabla 1, como "4,5\*ED".

La Figura 2 (izq.) muestra la necesidad energética mensual y (der.) la energía radiante disponible en la zona, mientras que la Figura 3 muestra el porcentaje de sustitución energética que representa el recurso solar, respecto de las necesidades energéticas mensuales. Se hace notar que el período de receso de la Escuela en invierno se extiende desde junio a agosto, por lo cual los momentos de peor radiación no afectan el desempeño habitual del establecimiento.

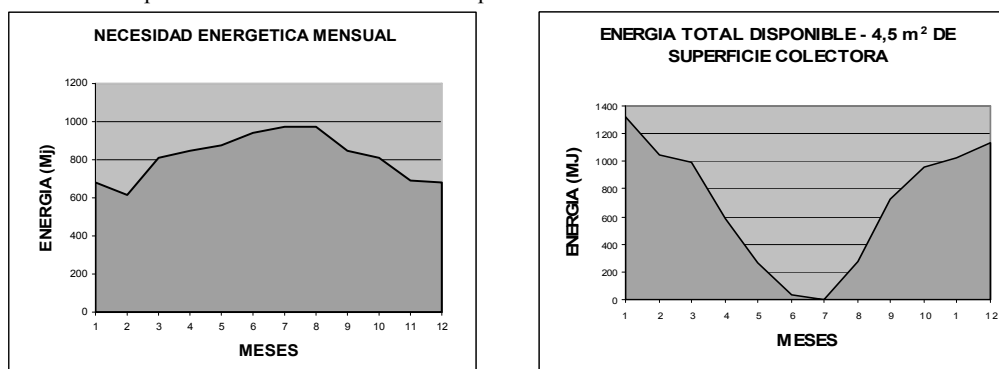


Figura 2: (izq.) Necesidad energética mensual en escuela [MJ] y (der.) energía disponible [MJ] para un colector de 4,5m<sup>2</sup>

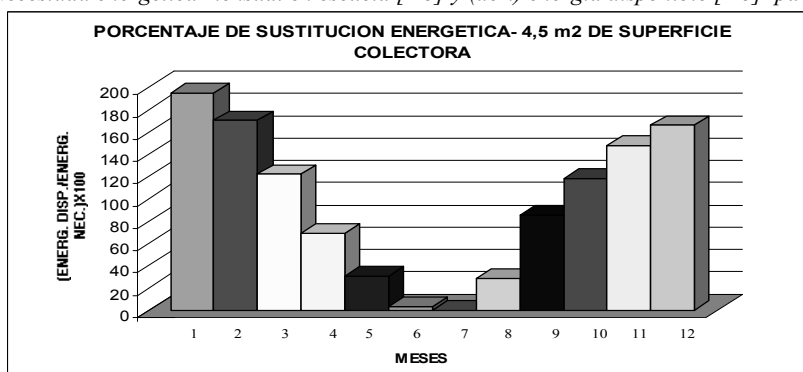


Figura 3: Porcentaje de Sustitución de energía, suponiendo las necesidades de la Escuela.

### DESCRIPCION DEL EQUIPO

El EPSI está conformado por un colector solar de 1,5 m<sup>2</sup> de superficie captadora de energía solar y un depósito acumulador aislado con 100 litros de capacidad, con intercambiador calórico en su interior constituido por caño de cobre de 6m de longitud y 26 mm de diámetro exterior. Para su diseño, se consideraron problemas inherentes a zonas frías (Ross y Royer, 1999) y se siguieron técnicas según Censolar (1993) estableciéndose una relación de 70 litros de acumulación de agua caliente por cada m<sup>2</sup> de superficie de captación de energía radiante del colector y definiendo la superficie de transferencia calórica del intercambiador en 1/3 de la superficie del colector.

La superficie captadora del colector la constituyen dos chapas de hierro negro 16, de 1m de alto por 1,5m de ancho, plegadas y soldadas entre si (Figura 4). La chapa que enfrenta al sol con pliegues verticales que forman los canales de circulación del fluido anticongelante a medida que adquiere temperatura, y la trasera plegada en sentido horizontal conformando los canales inferior (de ingreso del fluido luego de ceder calor al agua del depósito) y superior (de salida del fluido caliente hacia la zona de intercambio térmico). Estos dos canales adaptan su forma en un extremo para ser soldados a niples de caño de hierro negro de 3/4" de diámetro, que permiten la conexión a las cañerías de circulación del fluido hacia y desde el depósito. La superficie de captación se pinta en color negro mate con pintura resistente a altas temperaturas. Este conjunto va alojado en una caja

construida en compuesto MDF de 1,5 cm de espesor, recubierta por resina de poliéster, cerrada en su parte superior por un termopanel de vidrio de 5 mm sellado en todos sus bordes y asegurado en sus vértices. Para el aislamiento térmico en los costados y el fondo se utiliza fibra de vidrio aluminizada.



Figura 4 (izq.) Placa colectora y carcasa con aislamiento, y (der.) vista del intercambiador dentro del depósito

Un caño de PVC de 12" de diámetro con tapas del mismo material, aislado con poliuretano, constituye el cuerpo del depósito acumulador/intercambiador. Todas las cañerías exteriores van aisladas en poliuretano con un espesor de 1". Para favorecer la circulación natural, y evitar que la entrada del agua de red provoque la ruptura de la estratificación en el depósito, se la hace ingresar dentro de un caño de PVC ranurado de 4" de diámetro por dentro del cual también se hace pasar el primer tramo del intercambiador. Por razones de seguridad, se ha previsto incorporar un vaso de expansión abierto en el circuito primario, de modo que por la diferencia de presiones de funcionamiento, ante una avería en el intercambiador sea el agua la que fluya hacia el circuito primario y no el anticongelante al circuito secundario.

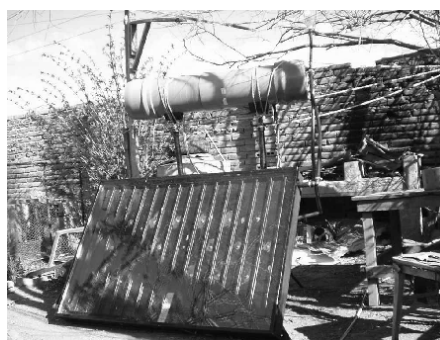
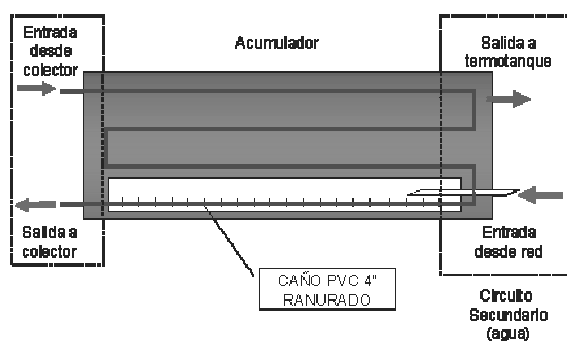


Figura 5 (izq.) Esquema del sistema antiturbulencia, y (der.) ensayo de funcionamiento del EPSI en Río Gallegos

## CONCLUSIONES

Se ha diseñado el prototipo de un equipo de precalentamiento solar indirecto de agua para uso doméstico pensado para funcionar en zonas rurales frías, en especial en zonas patagónicas que carecen de leña y que utilizan el GLP como combustible. Pensamos que contribuirá a la economía de los establecimientos y viviendas rurales, ante el inevitable y continuo aumento del precio de los hidrocarburos, a la vez que favorecerá al medioambiente al utilizar energía renovable.

## REFERENCIAS

- ReSol (1999) "WMZ-M1 - Wärmemengezähler für Heizsysteme mit Wasser – Montage- und Bedienungsanleitung"  
Publicado por ReSol Elektronische Regelungen GmbH. Heiskampstr. 10 . D-45527 Hattingen – Alemania - 1999.
- Ross, M. y Royer, J (1999) "Photovoltaics in Cold Climates", Chapter 14. IEA International Energy Agency. Published by James & James - UK - 1999.
- SMN (1998) - Servicio Meteorológico Nacional, Información de la Red Nacional Solarimétrica – 1998.
- Censolar (1993) - Material del Curso de Energía Solar. Publicado por CENSOLAR (Centro de Estudios de la Energía Solar) Sevilla, España - 1993 - ISBN 84-86505-41-0 (Tomo III) y 84-86505-28-3 (Tomo IV).

## ABSTRACT:

This work presents advances in the design and construction of a passive solar collector, designed for cold climates, with the main purpose of preheating household water. In conjunction with traditional LPG (Liquid Petroleum Gas) systems very common in South Patagonia, the savings with just a few degrees of solar pre-heating can be significant, given the growing costs of LPG and its associated distribution. A 4.5sqm system is being financed by an official COFECyT project for a rural school in Río Turbio. A discussion of the projected coverage of thermal needs is also shown. Some of the design details, many of which were resolved with the first prototype of the system are discussed and the possible solutions are presented.

**Keywords:** solar thermal energy, passive collector, thermal measurements