

COLECCION PLANA DE ENERGIA SOLAR

Por:

A. PASULO

M. MARCOLINI

O. GOMEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS  
Cchacabuco y Pedernera  
SAN LUIS. (5700)

RESUMEN

Se estudian varios de los parámetros que intervienen en un transformador plano de Energía Solar en térmica a los efectos de determinar la influencia de cada uno de ellos en el rendimiento; con estos datos se posibilita el diseño de diversos colectores según los propósitos y eficiencias económicas deseadas.

## 1.- INTRODUCCION

Para poder diseñar un colector plano de energía solar de acuerdo a requerimientos pre-establecidos con respecto a la temperatura de salida para una dada de entrada, caudal, espacio a ocupar y costo, se requiere un buen conocimiento del comportamiento de las diversas secciones del colector en función de los materiales con que se lo construya.

Esta experiencia tiene por objeto dar una respuesta a lo señalado precedentemente, para ello disponemos de una caja colectora múltiple que permite alojar simultáneamente seis pequeños colectores, de 750 x 175 x 1 m<sup>3</sup>, construidos con chapas de aluminio, cobre, zinc o hierro, ligándolas a caños de aluminio, hidro-bronz o hierro galvanizado por medio de ataduras o soldaduras, a través de una moldura efectuada en el centro y a lo largo de cada chapa; de las posibles combinaciones se analizan las siguientes:

- Placa de aluminio con caño de aluminio atado.
- ✕ Placa de aluminio con caño de aluminio soldado con aleación Al.
- Placa de aluminio con caño de hidro-bronzado.
- Placa de aluminio con caño de Fe-galvanizado atado
- △ Placa de Cobre con caño de hidro-bronz soldado
- † Placa de zinc con caño de hidro-bronz soldado
- ‡ Placa de Hierro (chapa negra) con caño de hidro-bronz soldado

En la enumeración precedente a la izquierda de cada uno de los símbolos se ha puesto el símbolo con que en lo sucesivo lo designaremos. Por otra parte haremos notar que las indicaciones "soldado" se refiere a estaño excepto la placa de cobre con la cual además se experimentó con una soldadura con una aleación de bronce, no observándose diferencia alguna con la tratada con estaño.

## 2.- DESCRIPCION DEL APARATO

Se dispone de una caja, de aproximadamente dos metros de ancho por uno de alto, de chapa, dividida en tres secciones iguales, las cuales son forradas en su interior con panes de lana de vidrio de unos siete centímetros de espesor y en cada sector se ubican dos chapas, separadas entre sí por una aislación de lana de vidrio de siete centímetros de ancho, la cual así como las aislaciones laterales se extienden hasta la superficie con que se tapa cada sección de la caja. La tapa ha sido construída con hierro L permitiendo alojar hasta dos vidrios, es aplicada a la caja por medio de tornillos.



La caja colectora se dispone mediante soportes con una inclinación de aproximadamente cuarenta grados con la horizontal, de manera que hasta resulta perpendicular a los rayos solares en el mes de abril.

Al caño correspondiente a cada placa se le incarta en cada extremo una terral roscada, a las cuales se aplican sendos caños plásticos, con terminales roscadas, por medio de las cuales ingresa agua por el extremo inferior y sale el agua caliente por el superior, el fluido que ingresa a los colectores/proviene de un tanque común que se mantiene durante la experiencia a un mismo/nivel a los efectos de mantener constante la presión y con ello el flujo de agua, el caudal de agua que surge por las mangueras superiores es regulado a voluntad por medio de picos de los empleados en los quemadores de gas, éste se recoge en probetas graduadas.

Las temperaturas son controladas por medio de termómetros graduados / en quintos de grados, los cuales son aplicados inmediatamente de las salidas / de cada uno de los módulos, el conjunto está representado en la figura 1.

### 3.- EXPERIENCIA

La experiencia se realiza de la siguiente manera; se determinan cada / diez minutos la temperatura de entrada y la de salida de cada elemento, con medidas simultáneas de la radiación solar en el plano del colector, a la vez se / recoge el caudal durante el intervalo de medida.

Se determina la cantidad de calor aprovechado:

$$Q_{apr.} = Cm \Delta T$$

donde C es el calor específico del agua, m la masa que circula y  $\Delta T$  diferencia de temperaturas de entrada y salida.

La cantidad de calor solar incidente es:

$$Q_{sol.} = R S \Delta t$$

donde R es la radiación solar por unidad de superficie, S la superficie de una de las chapas y  $\Delta t$  el intervalo de tiempo tomado.

El rendimiento se lo define por:

$$\eta = Q_{apr.} / Q_{sol.}$$

La eficiencia económica por:

$$c = \eta / \text{costo por m}^2$$

En cada jornada de medida se realizaron unas veinticinco determinaciones, trabajando unas cuatro horas con centro en la medición solar, en este in-

tervalo  $\eta$  permanece constante dentro del intervalo de error con que se trabaja, el promedio de los valores así obtenidos se representa por el símbolo correspondiente en la figura 3.

### 4.- RESULTADOS OBTENIDOS

Si promediamos los rendimientos correspondientes a todas las chapas agrupadas en cada jornada de medición, obtendremos una secuencia de valores, los cuales son representados en la figura 2 por medio del símbolo. Ellos nos muestran resultados diferentes para cada jornada, de acuerdo con las condiciones climáticas del día (temperatura ambiente y vientos); por ejemplo entre las tercera y cuarta experiencia realizadas con pocos días de diferencia en el mes de octubre (1975) da resultados sensiblemente superiores para la última, coincidiendo con un día sin viento. Estas variaciones atribuidas especialmente a las pérdidas que sufre el sistema afecta a todo el conjunto por igual, por lo tanto es de esperar que cada una de las placas muestre oscilaciones de este tipo entre distintas fechas, como lo hace la representada en la figura 2.

Con la observación precedente podemos pasar a analizar los resultados para cada una de las placas: De la figura 3 se ve una neta diferenciación entre el conjunto de placas atadas y las soldadas (primeras seis experiencias), por otra parte entre estas últimas se ve la existencia de una dependencia (más débil que la anterior) con respecto a la conductividad del material.

Las experiencias sexta y séptima se efectúa con doble vidrio y en días de vientos normales, observándose que se reproducen los valores obtenidos en el día sin viento ya señalado anteriormente.

A partir de las experiencias del mes de diciembre se incluyen placas de zinc y de hierro, soldadas, las cuales presentan rendimientos inferiores respecto a las otras soldadas, pero superiores a cualquiera de las atadas, no observándose, por otra parte, diferencias significativas entre ambas.

En las diferentes experiencias se procedió a intercambiar los lugares de ubicación de las chapas y a eliminar algunas de ellas, a efectos de detectar alguna relación entre ellas y los sitios ocupados, con resultados negativos. También se procedió a variar las temperaturas de entradas (con los resultados de la figura 4) y a modificar el caudal notándose una muy débil dependencia del rendimiento con él (no apreciable entre valores que vayan de  $40 \text{ cm}^3/\text{min}$  a  $130 \text{ cm}^3/\text{min}$ ).

La figura 4 nos muestra que para las temperaturas normales de operación de un colector asociado a un calefón solar las chapas de aluminio y cobre sufren en igual medida los efectos de las mayores pérdidas al operar a mayores temperaturas de entrada del fluido, no así para las chapas de zinc e hierro.



5.- EFICIENCIA ECONOMICA Y COSTOS

A los efectos de hacer un cálculo comparativo lo más realista posible consideremos que se desea construir un colector capaz de calentar 300 litros / de agua desde 13° a 50°, trabajando cuatro horas en torno del pico de radiación en el mes de julio ( $R \approx 1.1 \text{ kcal/cm}^2 \text{ min}$ ) y de una sola pasada.

Operando con los datos de la figura 4 podremos obtener los metros cuadrados y el rendimiento efectivo que presentará el colector.

Para las condiciones impuestas se obtiene:

Colector	●	X	△	⊕	○	□
n efectivo	.46	.63	.67	.57	.48	.48
m <sup>2</sup>	6,6	4,6	4,3	5,2	6,3	6,3

Si ahora hacemos estimaciones económicas computando. Mano de obra y / costo de materiales (a precio minorista en San Luis), tendremos una idea aproximada de lo que debería gastar una persona que decidiese realizar por su cuenta la construcción de un colector de las características señaladas.

Colector	●	X	△	⊕	○	□
	38	39	21	35	30	32
Costo en miles de pesos	81	75	140	84	105	100

Se concluye que el colector más económico es aquél que se construye / con caños de aluminio, pero en este caso deberá tenerse en cuenta la corta durabilidad del mismo.

Si se desea un material de larga duración como lo es el hidro-bronz / el colector más económico es el construido con chapas de zing o chapa negra.

Por otra parte vemos que colectores construidos con chapas de cobre / resultan los que requieren una menor superficie pero a su vez resultan ser los más costosos.

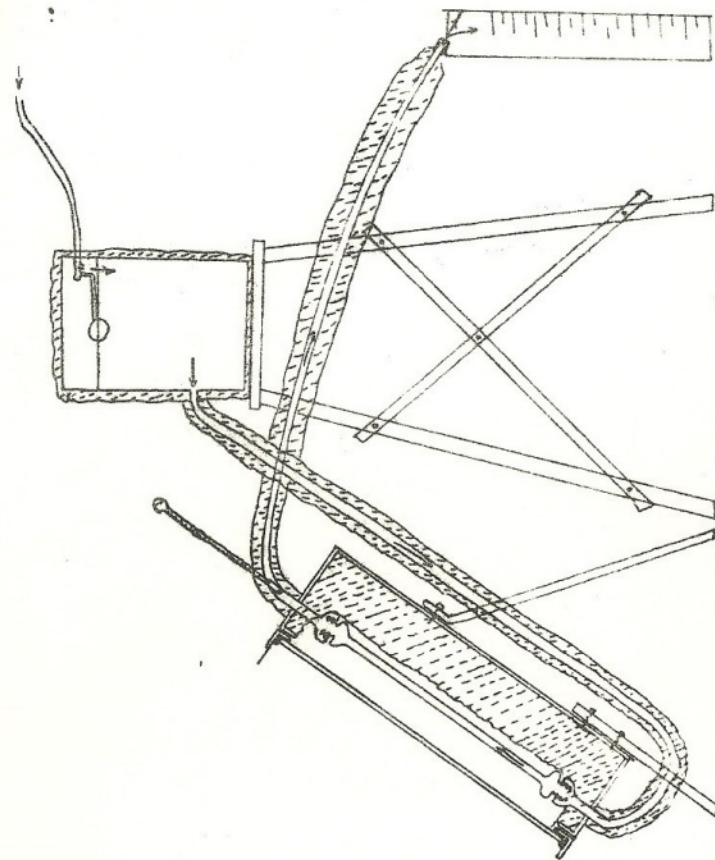
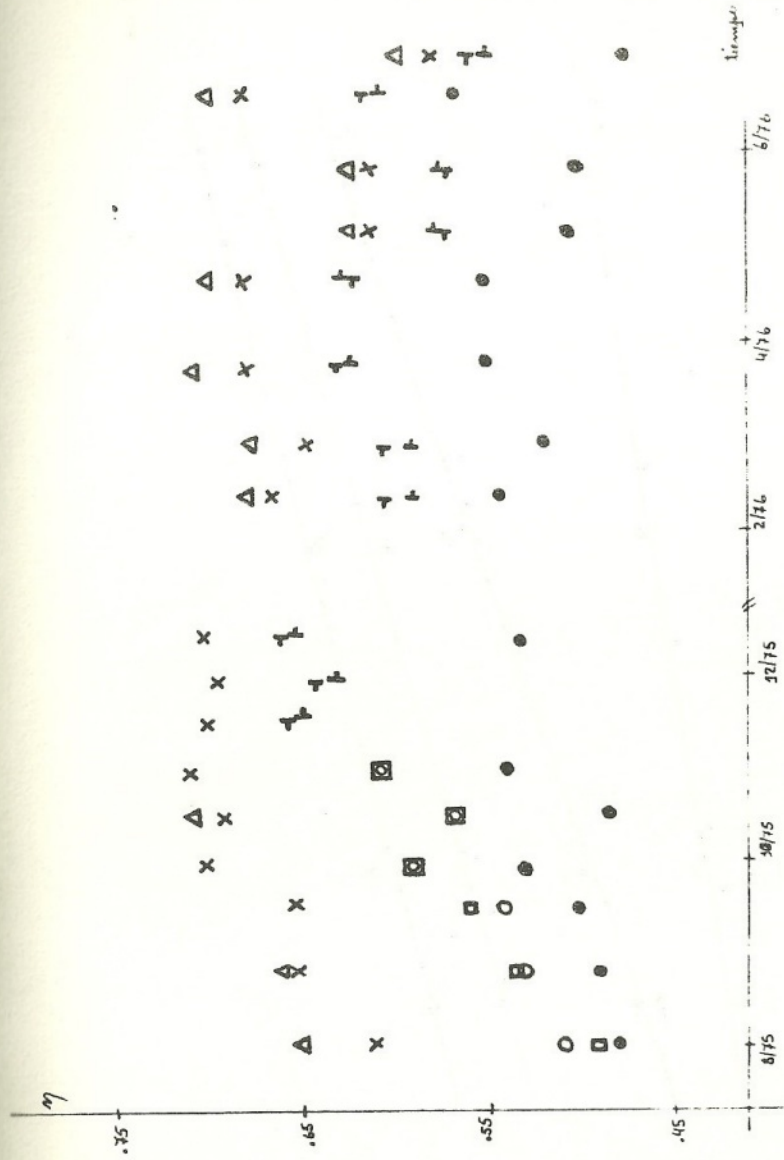
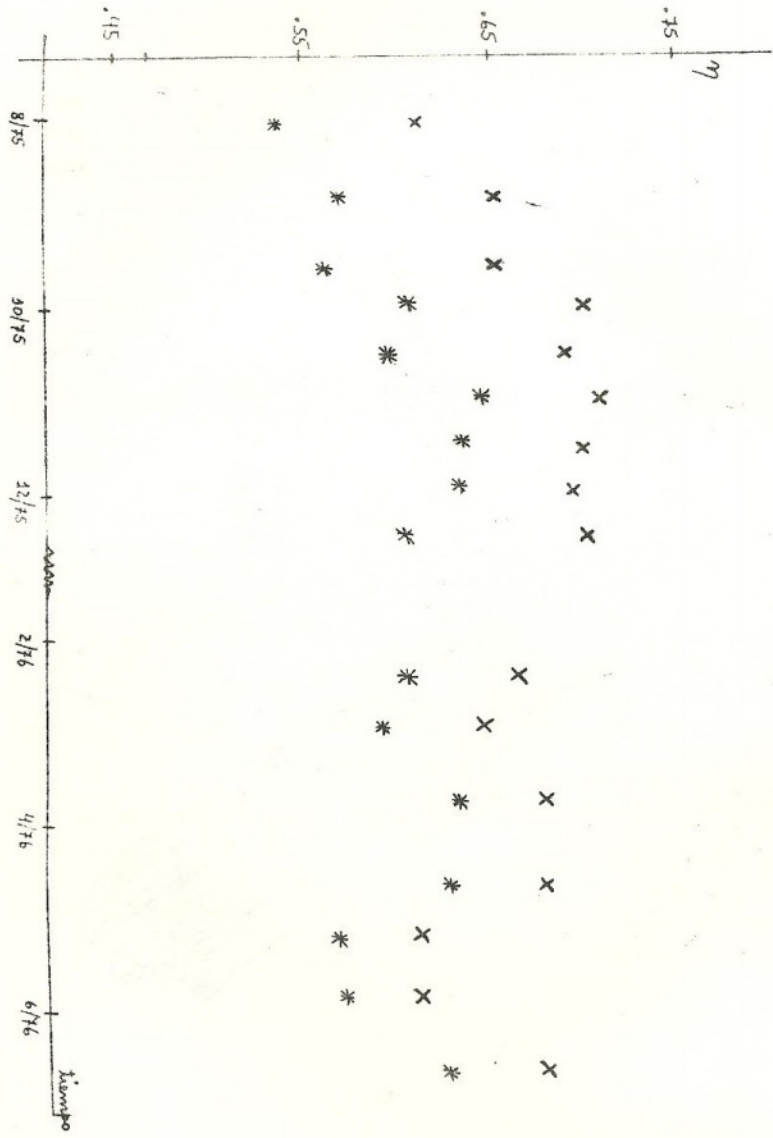


figura 5

Figura 2



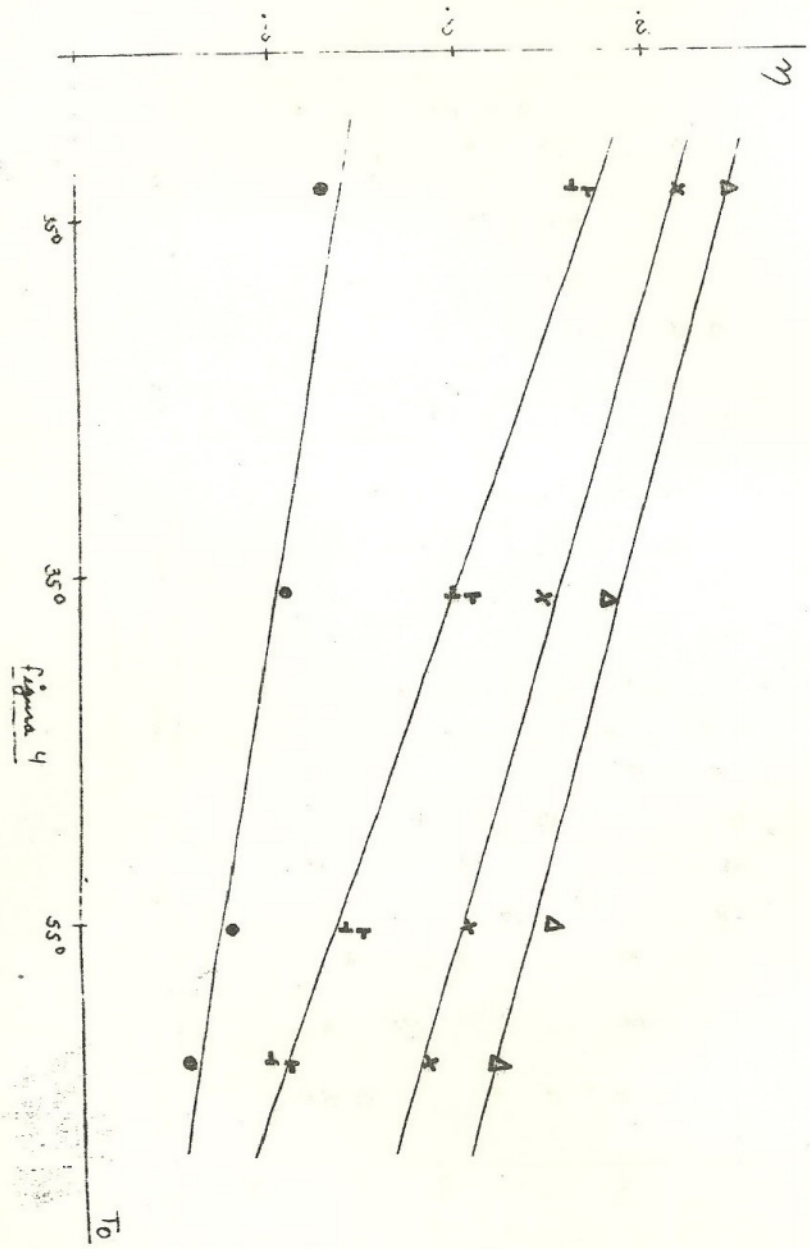


Figura 4