

ENSAYO CAPTADOR MARVEL Mod. CLS 2108



	NOMBRE	FIRMA	FECHA
PREPARADO POR	Eduardo López González Jesús Narbona Díaz		
REVISADO POR	Felipe Rosa Iglesias Francisco Gómez Portabella		
ACEPTADO POR	Antonio González García-Conde		

HISTORIA DEL DOCUMENTO		
EDICIÓN	FECHA	INFORMACION
01	11 -2004	Edición inicial.

INTA posee en propiedad el original de este documento. Las copias que de este documento se suministren, tienen carácter confidencial y no podrán ser utilizadas para fines diferentes a aquellos para los cuales son facilitadas, ni tampoco podrán ser reproducidas sin la autorización por escrito del INTA.

Cualquier persona, aparte de las autorizadas, que encuentre este documento, deberá enviarlo con su nombre y dirección en sobre cerrado a:

INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROESPACIAL
 LABORATORIO DE SISTEMAS DE ENERGÍA TERRESTRES
 Carretera San Juan del Puerto/Matalascañas, Km. 33,1
 21100 Mazagón
 (Huelva)

 MINISTERIO DE DEFENSA	SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA	Doc. Nº.: CA/RPT/4451/032/INTA/04	
	 INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEREO-ESPACIAL	Página: 2 de 23	Edición: 01

***INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA
AEROESPACIAL ESTEBAN TERRADAS***

DEPARTAMENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES

***LABORATORIO DE SISTEMAS
DE ENERGÍA TERRESTRES***

PETICIONARIO: SOLIMPEKS SOLAR ENERGY SYSTEMS Corp.

El Arenosillo, 08/11/2004

***AUTORES:
EDUARDO LÓPEZ GONZÁLEZ
JESÚS NARBONA DÍAZ***

***COLABORADORES:
PERSONAL DEL LABORATORIO***

ÍNDICE

1.- ANTECEDENTES.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR ENSAYADO.

3.- NORMAS, INSTALACIONES Y PROCESO DE ENSAYOS.

4.- INFORME Y CONCLUSIONES.

I.- ANEXO

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

NOMENCLATURA.

1.- ANTECEDENTES.

La empresa Solimpeks Solar Energy Systems Corp., con domicilio social en Busan Sanayi Sitesi, 1, Sokak No: 35, 42050 Konya, Turquía, solicita del INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROESPACIAL (I.N.T.A.), mediante petición por escrito, la realización de los siguientes ensayos en un captador solar plano fabricado por dicha empresa:

- *Exposición en intemperie del captador durante tres días de insolación no inferior a 4700 W h / m² día, manteniendo durante la exposición el absorbedor vacío de fluido de trabajo, sellado y con la misma inclinación que durante la prueba de rendimiento.*
- *Determinación de la curva de rendimiento del captador en régimen estacionario.*

Las pruebas se han establecido en concordancia con lo especificado en la Orden del Ministerio de Industria y Energía de 20/07/80 (B.O.E. nº 198 de 18/08/80, disposición nº 17.588).

El presente informe incluye los resultados obtenidos en las mencionadas pruebas.

2.- CARACTERÍSTICAS DEL CAPTADOR ENSAYADO.

Las características físicas del captador ensayado se especifican en el punto uno de la presentación de resultados, de acuerdo con el formato recomendado por la NORMA INTA 61 00 01.

3.- NORMAS, INSTALACIONES Y PROCESO DE ENSAYO.

Los ensayos se han realizado según las especificaciones de la Norma de Ensayo de Colectores en régimen estacionario INTA 61 00 01.

La nomenclatura utilizada se corresponde con las definiciones del punto 3 de la Norma. La instrumentación e instalaciones de ensayo utilizadas se ajustan a los puntos 5 y 8 y la definición, condiciones generales y proceso de los ensayos, así como el cálculo de los resultados a los puntos 6, 7, 10 y 11 de la Norma, respectivamente.

4.- INFORME Y CONCLUSIONES.

Los resultados de los ensayos se concretan en las curvas de rendimiento y pérdida de carga, incluidas en las hojas adjuntas de presentación de resultados, el procedimiento de ensayo asegura que las curvas han sido obtenidas para el colector presentado por el peticionario, de acuerdo con la precisión especificada por la Norma INTA 61 00 01. Dichas curvas se determinan a partir de los ensayos mediante correlaciones de primer y segundo orden.

Para una mayor información, se adjuntan las hojas de resultados, procesados por ordenador, de algunos de los puntos representativos de la curva de rendimiento.

La muestra objeto del presente informe ha sido ensayada satisfactoriamente conforme a la Norma INTA 61 00 01.

ANEXO:

PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

Descripción del captador solar.

Ensayo de determinación del rendimiento del captador solar.

Fotografía del captador solar en la instalación de ensayo.



Curvas de rendimiento estacionario del captador solar.

Datos del ensayo.

Condiciones adicionales.

Observaciones.

Nomenclatura.

 MINISTERIO DE DEFENSA	SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA  INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA ESPECIAL	Doc. Nº.: CA/RPT/4451/032/INTA/04	
		Página: 7 de 23	Edición: 01

ENSAYO DE CAPTADORES SOLARES

FICHA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CAPTADOR

DESCRIPCIÓN DEL CAPTADOR SOLAR

Fabricante: SOLIMPEKS SOLAR ENERGY SYSTEMS Corp.

Marca: MARVEL

Modelo: CLS 2108

Cubiertas transparentes:



- *Número: 1*
- *Espesor: 4 mm.*
- *Peso de cada cubierta: 19.1 kg*
- *Material: vidrio templado de bajo contenido en hierro*
- *Dimensiones de apertura: 1940 x 993 mm (1.93 m²)*

Absorbedor:

- *Tipo: metálico*
- *Número: 1*
- *Configuración: parrilla de ocho tubos con aletas*
- *Material: cobre*
- *Espesor: 0.2 mm*
- *Tratamiento superficial: recubrimiento selectivo de titanio*
- *Proceso de fabricación: soldadura por ultrasonidos*
- *Peso en vacío: 5.85 kg*
- *Capacidad de líquido: 1.07 l*
- *Dimensiones: 1.95 m²*

Aislante Térmico:

- *Material: lana de vidrio con hoja de aluminio de densidad 45*

 MINISTERIO DE DEFENSA	SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA  INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AEROSPAZIAL	Doc. Nº.: CA/RPT/4451/032/INTA/04	
		Página: 8 de 23	Edición: 01

- *Espesor: 5 cm*
- *Conductividad: 0.035 W/m K*
- *Peso: 4.6 kg*

Carcasa:

- *Material: Aluminio*
- *Dimensiones externas: 2006 x 1060 x 103 mm.*
- *Peso total del colector lleno de líquido: 41.57 kg*
- *Peso del captador vacío sin cubierta: 21.4 kg*
- *Peso del captador vacío con cubierta: 40.5 kg*
- *Sellado: EPDM*

Fluido de trabajo:

- *Tipo: anticongelante*
- *Composición y aditivos: anticongelante y agua*

Limitaciones de funcionamiento:

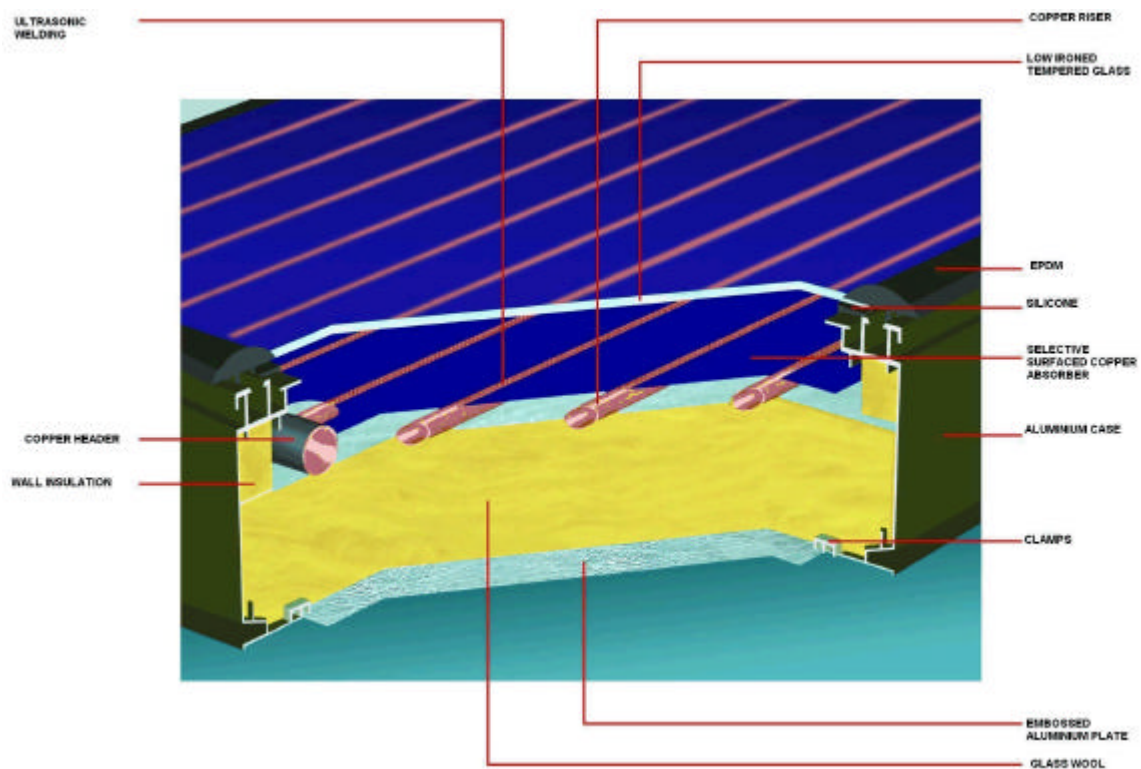
- *Temperatura máxima de funcionamiento: 232 °C.*
- *Presión máxima de trabajo: 10 bar*
- *Presión máxima que soporta la cubierta: 20 bar*
- *Presión máxima entre las fijaciones y carcasa: 20 bar*
- *Presión máxima que soporta la estructura de montaje: 20 bar*
- *Caudal de circulación recomendado: 105 l/h*
- *Fluidos compatibles con el colector: anticongelante y agua*
- *Resistencia a heladas: -37 °C*



Montaje del captador:

- Aspectos especiales del montaje del captador (ángulo específico de inclinación, otros): no

Esquema del captador solar

- Secciones definitorias del captador:



 MINISTERIO DE DEFENSA	SECRETARÍA DE ESTADO DE DEFENSA  INSTITUTO NACIONAL DE TÉCNICA AERONÁUTICA	Doc. Nº.: CA/RPT/4451/032/INTA/04	
		Página: 10 de 23	Edición: 01

ENSAYO DE DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL CAPTADOR SOLAR.

Método o norma: INTA 61 00 01

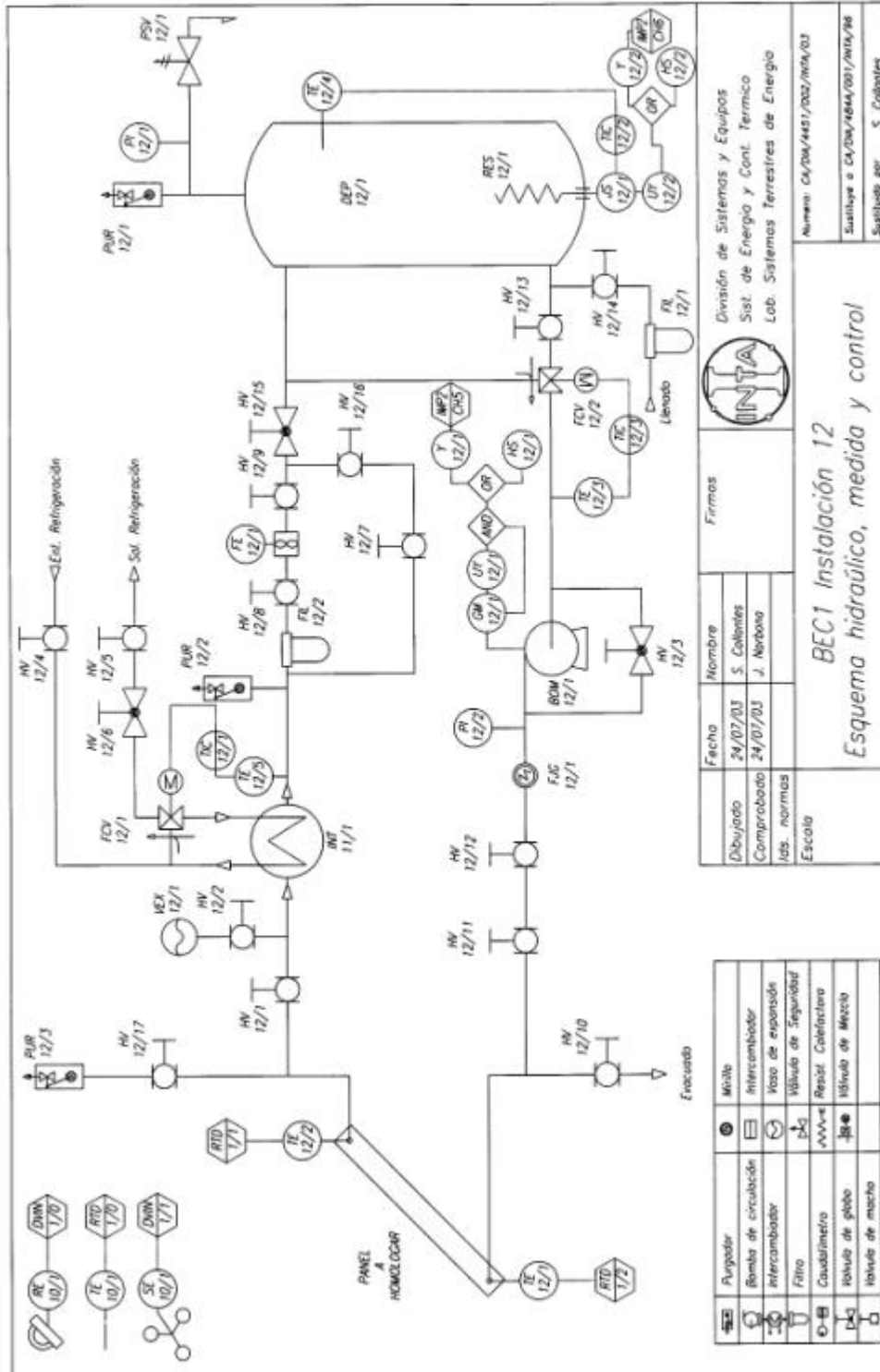
Esquema de la instalación de ensayo:

Instrumentación:

- Irradiancia global: Piranómetro Kipp & Zonnen CM6B, número de serie: 952104.
 - Gasto másico: Caudalímetro Electromagnético DANFOSS Mod. MAG 1100, número de serie: 107110N394
 - Temperatura ambiente: Sonda de temperatura ambiente basada en Pt-100 de la empresa GEÓNICA, S.A. Mod. MP-100, sin número de serie.
 - Temperatura de entrada del fluido: Pt-100, número de serie: 0337
 - Temperatura de salida del fluido: Pt-100, número de serie: 0338
 - Velocidad del viento: Anemómetro de cazoletas de la firma SOVERIN CONTROL, S.L., sin número de serie.
 - Adquisición de datos: Helios-Fluke.
 - Procesado de datos: PC- Intel Pentium
-



Plano de la instalación de ensayo:



FOTOGRAFÍA DEL CAPTADOR SOLAR EN LA INSTALACIÓN DE ENSAYO.



CURVAS DE RENDIMIENTO ESTACIONARIO DEL COLECTOR.

El rendimiento se define por la ecuación:

$$\eta = Q_u / A I$$

El rendimiento puede expresarse en forma de parámetros adimensionales (η_0 , T^* y T^{**}) y de constantes, conforme a las siguientes ecuaciones de primer y segundo grado:

$$\eta = \eta_0 - a_{11} T^*$$

$$\eta = \eta_0 - a_{12} T^* - a_{22} (T^*)^2$$

$$\eta = \eta_0 - a'_{11} T^{**}$$

$$\eta = \eta_0 - a'_{12} T^{**} - a'_{22} (T^{**})^2$$

Los parámetros a_{ij} y a'_{ij} son característicos del colector, y serán diferentes según la ecuación utilizada.

En el caso del ajuste lineal, el coeficiente de pérdidas del captador viene dado por el producto del coeficiente a_{11} por $10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Los parámetros T^* y T^{**} vienen dados por las siguientes ecuaciones:

$$T^* = U_0 (T_e - T_a) / I$$

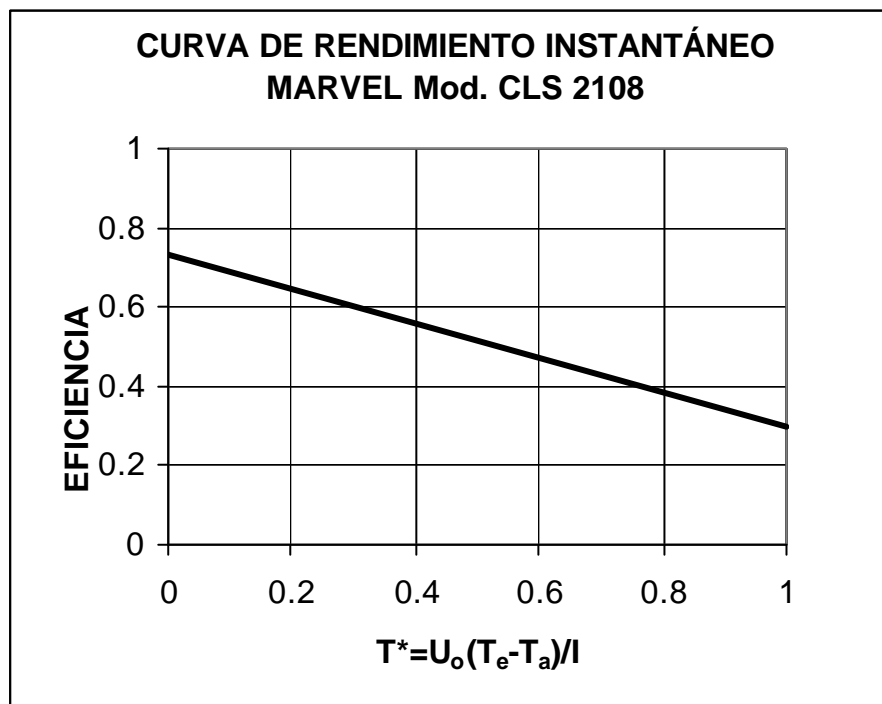
$$T^{**} = U_0 (T_m - T_a) / I$$

$$T_m = (T_e + T_s) / 2$$

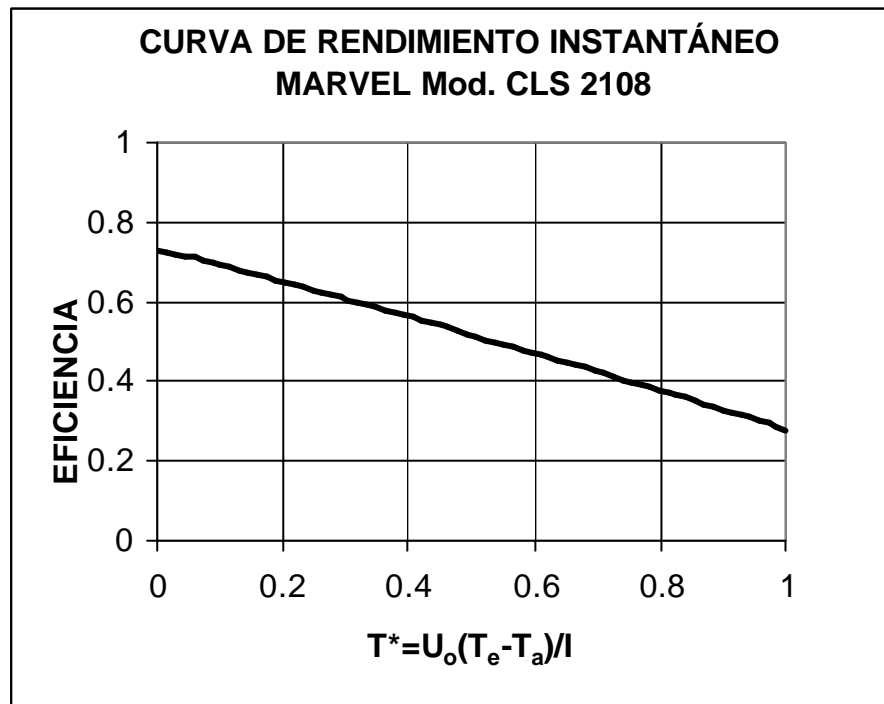
Donde U_0 es un coeficiente normalizado cuyo valor es $10 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$REND= 0.73 - 0.43 T^*$$

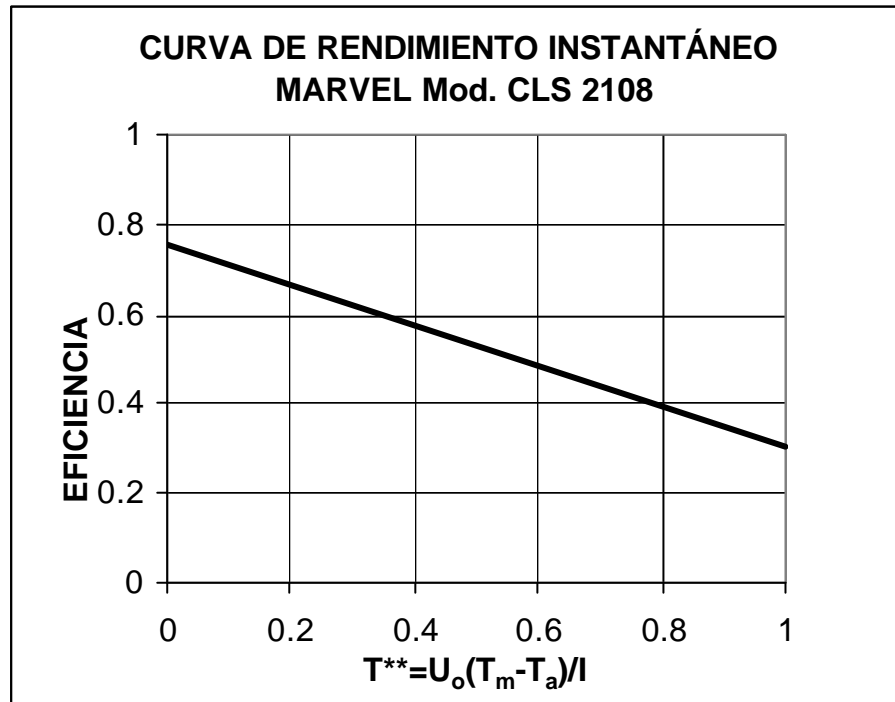
Rendimiento óptico: 0.73
Coefficiente de pérdidas: 4.3 W/m² °C



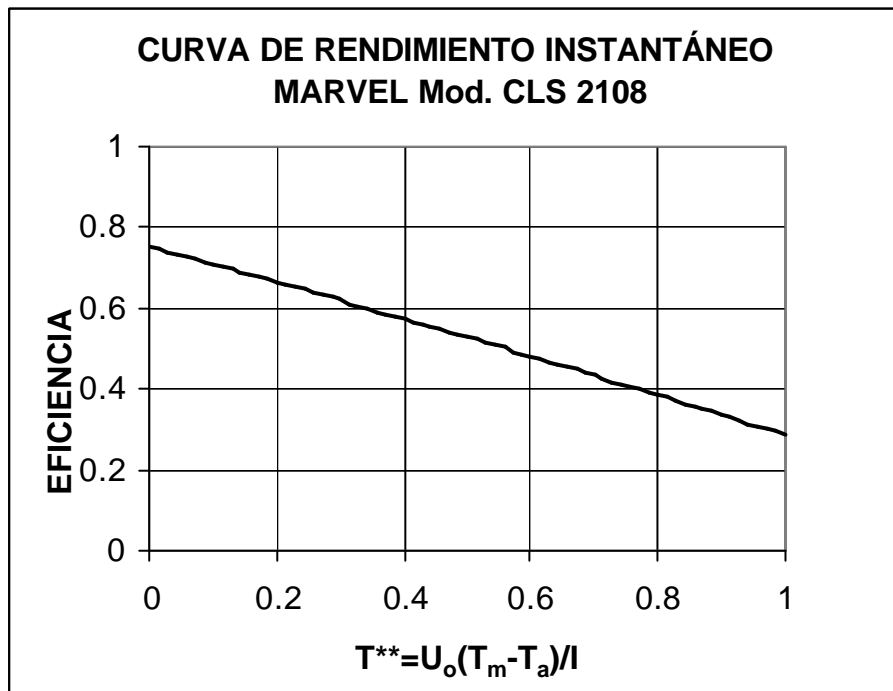
$$REND. = 0.73 - 0.41 T^* - 0.04 T^{*2}$$



$$REND = 0.75 - 0.44 T^{**}$$



$$REND. = 0.75 - 0.42 T^{**} - 0.04 T^{**2}$$



DATOS DEL ENSAYO

Se Incluyen en este apartado algunos puntos representativos de la curva de rendimiento del colector.

BANCO DE ENSAYO DE COLECTORES

-INTA- Laboratorio de Energía

LISTADO DE PUNTOS VALIDOS

Fecha: 07/06/04

Nombre: MARVEL Mod. CLS 2108

Superficie: 1.93 m²

Caudal: 2.31 l/min

Inclinación: 14 °

Temperatura de entrada al captador igual a T. ambiente.

Hora	Rad. global W/m ²	V.viento m/s	T.ambiente °C	Caudal l/min	T. entrada °C	T. salida °C
14:32:54	982.2	0.00	22.5	2.31	23.0	31.6
14:33:54	982.2	0.00	22.6	2.32	23.0	31.6
14:34:54	978.4	0.00	22.5	2.32	23.0	31.6
14:35:54	984.6	0.00	22.5	2.31	23.0	31.6
14:36:54	985.0	0.00	22.2	2.31	23.0	31.6
14:37:54	984.2	0.00	22.4	2.32	23.0	31.6
14:38:54	983.4	0.00	22.5	2.31	23.0	31.7
14:39:54	983.8	0.00	22.5	2.31	23.0	31.6
14:40:54	984.6	0.00	22.3	2.31	23.0	31.6
14:41:54	983.4	0.00	22.0	2.32	23.0	31.6
14:42:54	978.0	0.00	22.2	2.32	23.0	31.6
14:43:54	981.4	0.00	22.6	2.32	23.0	31.6
14:44:54	983.4	0.00	22.8	2.32	23.0	31.6
14:45:54	979.4	0.00	22.7	2.32	23.0	31.6
14:46:54	979.8	0.00	23.0	2.32	23.0	31.6

VALORES MEDIOS

RADIACION	V. VIENTO	T. AMBIENTE	CAUDAL	T. ENTRADA	T. SALIDA
982.3	0	22.5	2.32	23.0	31.6

PUNTO DE ENSAYO:

T* = 0.005

T** = 0.049

REND = 0.733

BANCO DE ENSAYO DE COLECTORES
 -INTA- Laboratorio de Energía
 LISTADO DE PUNTOS VALIDOS

Fecha: 08/06/04

Nombre: MARVEL Mod. CLS 2108

Superficie: 1.93 m²

Caudal: 2.31 l/min

Inclinación: 14 °

Temperatura de entrada al captador igual a T. ambiente más 30°C

Hora	Rad. global W/m ²	V.viento m/s	T.ambiente °C	Caudal l/min	T. entrada °C	T. salida °C
13:39:40	939.6	0.00	24.4	2.32	52.6	59.3
13:40:40	933.3	0.00	24.4	2.32	52.5	59.2
13:41:40	933.7	0.00	24.9	2.32	52.4	59.1
13:42:40	934.0	0.00	25.2	2.32	52.3	59.1
13:43:40	933.3	0.00	25.1	2.32	52.4	59.1
13:44:40	934.0	0.00	25.3	2.32	52.4	59.1
13:45:40	933.3	0.00	25.3	2.32	52.4	59.1
13:46:40	932.9	0.00	25.4	2.32	52.4	59.1
13:47:40	935.6	0.00	25.7	2.33	52.4	59.2
13:48:40	937.6	0.00	25.3	2.32	52.4	59.1
13:49:40	937.2	0.00	25.3	2.33	52.4	59.1
13:50:40	934.4	0.00	25.3	2.32	52.3	59.1
13:51:40	937.2	0.00	25.3	2.33	52.4	59.1
13:52:40	935.2	0.00	25.3	2.32	52.5	59.1
13:53:40	939.2	0.00	25.5	2.33	52.5	59.2

VALORES MEDIOS

RADIACION	V. VIENTO	T. AMBIENTE	CAUDAL	T. ENTRADA	T. SALIDA
935.4	0	25.5	2.32	52.4	59.1

PUNTO DE ENSAYO:

T* = 0.291

T** = 0.327

REND = 0.604

BANCO DE ENSAYO DE COLECTORES
 -INTA- Laboratorio de Energía
 LISTADO DE PUNTOS VALIDOS

Fecha: 09/06/04

Nombre: MARVEL Mod. CLS 2108

Superficie: 1.93 m²

Caudal: 2.31 l/min

Inclinación: 14 °

Temperatura de entrada al captador igual a T. ambiente más 50°C

Hora	Rad. global W/m ²	V.viento m/s	T.ambiente °C	Caudal l/min	T. entrada °C	T. salida °C
14:41:37	920.2	0.00	26.2	2.31	74.8	80.3
14:42:37	922.2	0.00	26.0	2.31	74.7	80.3
14:43:37	919.8	0.00	25.9	2.31	74.7	80.3
14:44:37	917.1	0.00	26.4	2.31	74.7	80.2
14:45:37	916.7	0.00	26.4	2.31	74.7	80.2
14:46:37	916.7	0.00	26.6	2.31	74.9	80.3
14:47:37	917.5	0.00	26.6	2.31	74.9	80.4
14:48:37	918.7	0.00	26.3	2.31	75.0	80.5
14:49:37	919.8	0.00	26.3	2.31	75.1	80.6
14:50:37	919.0	0.00	26.6	2.31	75.0	80.6
14:51:37	919.0	0.00	26.8	2.31	74.9	80.5
14:52:37	920.6	0.00	26.8	2.31	74.9	80.5
14:53:37	919.8	0.00	26.3	2.30	75.0	80.5
14:54:37	918.7	0.00	26.3	2.31	75.1	80.6
14:55:37	916.7	0.00	26.3	2.31	75.1	80.6

VALORES MEDIOS

RADIACION	V. VIENTO	T. AMBIENTE	CAUDAL	T. ENTRADA	T. SALIDA
918.8	0	26.4	2.31	74.9	80.4

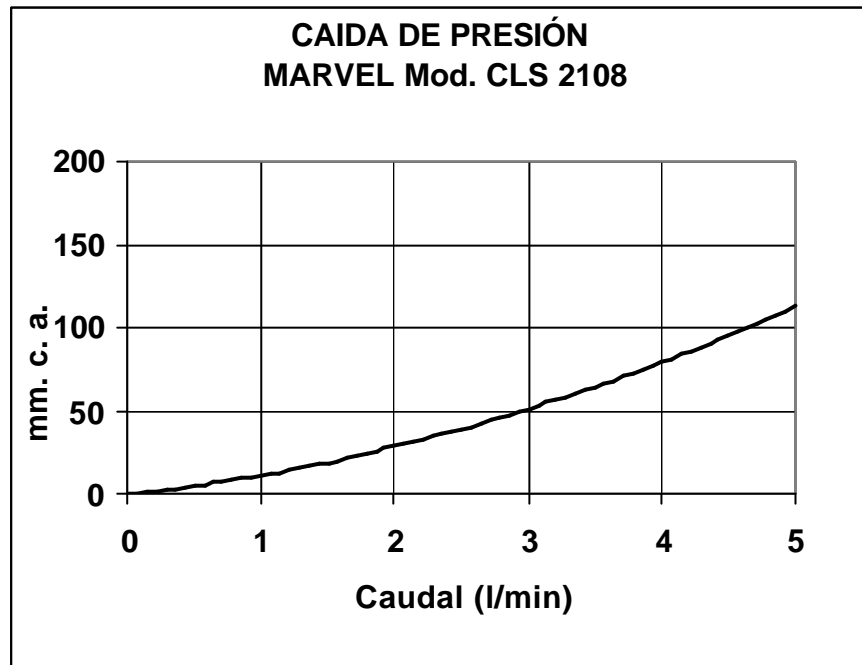
PUNTO DE ENSAYO:

T* = 0.528

T** = 0.558

REND = 0.502

PÉRDIDA DE CARGA



La caída de presión a través del colector se determina con agua a temperatura ambiente.

CONDICIONES ADICIONALES

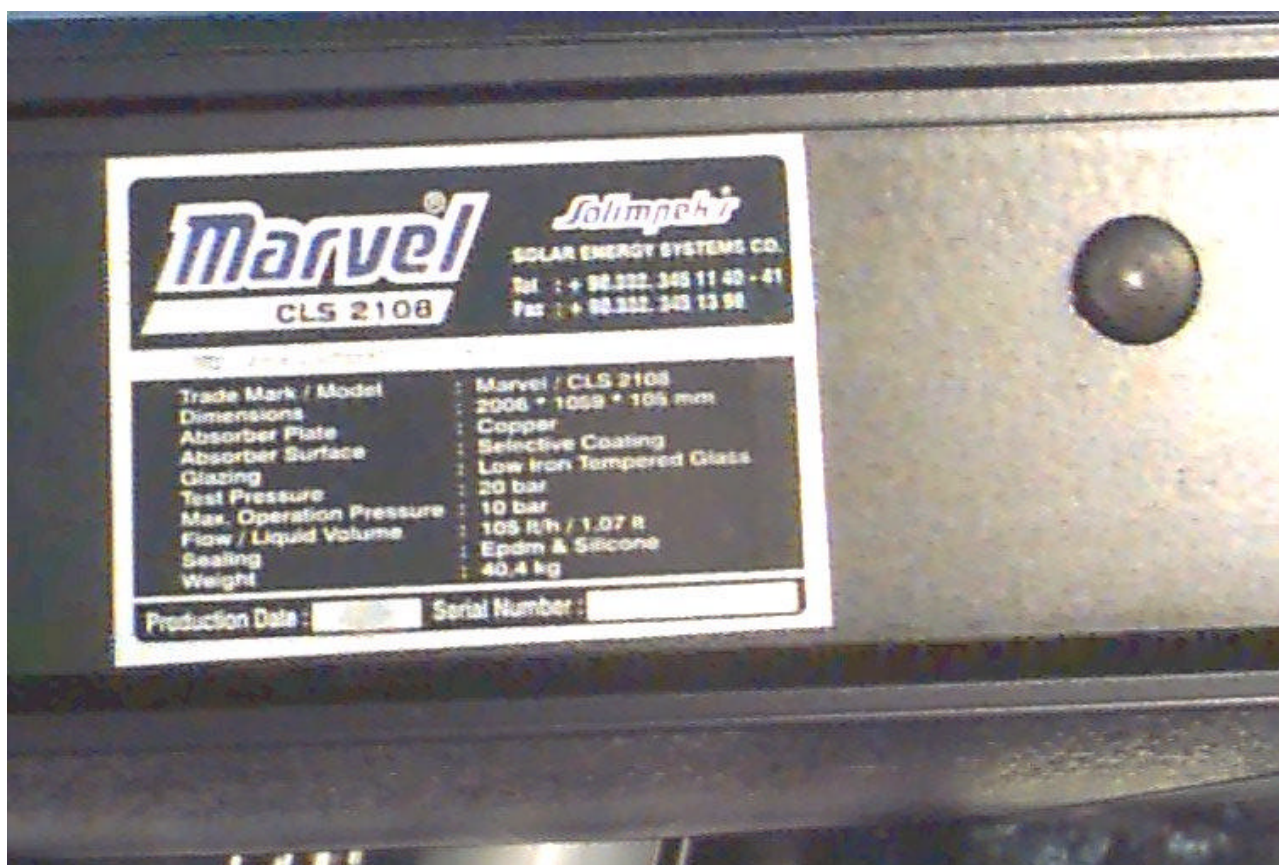
Con el fin de poder identificar con mayor exactitud el colector ensayado, en el caso de que así se requiera, éste queda en depósito en el INTA.

OBSERVACIONES

Las ecuaciones correspondientes a las curvas de rendimiento instantáneo se han obtenido a partir de datos experimentales correspondientes a valores de temperatura de agua de entrada comprendidos en el rango de temperatura ambiente a temperatura ambiente más 50 °C.

Todos los ensayos se han realizado con agua de red sin ningún tipo de aditivo.

La siguiente imagen muestra la etiqueta identificativa del captador.



NOMENCLATURA

A = Area de Apertura.

A_1 = Area total expuesta (m^2).

A_b = Área del absorbente expuesta a la radiación solar (m^2).

C_p = Calor específico del fluido de trabajo ($J/kg\ ^\circ C$).

I = Insolación sobre la apertura del colector (W/m^2).

I_d = Radiación solar difusa sobre la apertura del colector (W/m^2).

m = Gasto másico en el colector (kg/min).

Q_u = Potencia útil extraída del colector (W).

T_a = Temperatura ambiente ($^\circ C$).

T_e = Temperatura de entrada al colector ($^\circ C$).

T_m = Temperatura media del fluido en el colector ($^\circ C$).

T = Diferencias de temperaturas en el colector ($^\circ C$).

U_c = Coeficiente global de transmisión de calor del colector ($W / m^2\ ^\circ C$).

U_o = Coeficiente Normalizado ($U_o = 10\ W/m^2\ ^\circ C$).

V = Velocidad del viento (m/s).

h_o = Rendimiento para $T^* = 0$ (Rendimiento óptico del captador).

P = Pérdida de carga del colector ($mm.c.a.$).
