



CENER

**INFORME DE
ENSAYO
TEST REPORT**

**LABORATORIO DE
ENSAYOS SOLARES
TÉRMICOS**
*SOLAR THERMAL TESTING
LABORATORY*

Captador Solar Térmico

Solar thermal Collector

**WUNDER ANP2510
Solimpeks Solar Energy Corp.**

Informe de Ensayo de Rendimiento de Captador solar según norma UNE-EN 12975-2 2006 apartado 6.1
Performance test Report for solar collectors according to UNE-EN 12975-2 2006 section 6.1



* Los ensayos/actividades marcadas no están amparados por el alcance de la acreditación de ENAC
** Marked tests or activities are not included in the ENAC accreditation scope*

FUNDACIÓN CENER - CIEMAT
Laboratorio de Ensayos Solares Térmicos (LEST)
Solar Thermal Testing Laboratory
Avda. Ciudad de la Innovación nº 7
31621 Sarriguren (Navarra)
España *Spain*

Observaciones / Observations:

Este informe sustituye al 30.2055.0-3-1. A petición del cliente se corrigen nombre y domicilio social del peticionario.
This report replaces to 30.2055.0-3-1. Requested by the client applicant's name and address have been corrected.

**CENER****INFORME DE
ENSAYO
TEST REPORT****LABORATORIO DE
ENSAYOS SOLARES
TÉRMICOS
SOLAR THERMAL TESTING
LABORATORY****INFORME DE ENSAYO DE RENDIMIENTO***PERFORMANCE TEST REPORT SHEETS***Proyecto / Project :** 30.2055.0

Id. del captador / Identification :	30.2055.0-3-1
Fabricante / Manufacturer :	SOLIMPEKS SOLAR ENERGY CORP.
Nombre comercial / Brand Name :	WUNDER ANP2510
Tipo de captador (sin cubierta / con cubierta / de vacío): <i>Type name (Flat plate / Evacuated / Subatmosferic):</i>	Captador plano con cubierta / <i>Glazed flat-plate collector</i>
Año de producción / Year of Production :	2013
Número de serie / Serial number :	121015146
Dibujos documento nº / Drawing Document N° :	--
Peticionario / Applicant :	Solimpeks Solar Energy Corp.
Domicilio social / Address :	Fevzi Çakmak Mah. 10753 Sk. No:3 Karatay 42050 Konya, TURKEY
Entrega de la muestra / Delivery of sample :	25/03/2013
Fecha de inicio / Initial Test Date :	15/04/2013
Fecha de fin / Final Test Date :	01/08/2013

Método de ensayo: <i>Test Method :</i>	El ensayo se ha realizado de acuerdo al apartado 6.1 de la norma UNE-EN 12975-1:2006+A1:2011 y UNE-EN 12975-2:2006, así como al método de ensayo de régimen interno nº ME-542-01. <i>This test was done according to the paragraph 6.1 of the Standards UNE-EN 12975-1:2006+A1:2011 and UNE-EN 12975-2:2006 and the internal method number ME-542-01.</i>
Declaraciones: <i>Remarks :</i>	Los resultados de este informe se refieren únicamente a la muestra ensayada. CENER no se responsabiliza de las conclusiones o generalizaciones que pudieran obtenerse de los resultados. Este informe no podrá ser parcialmente reproducido sin la aprobación del Laboratorio de Captadores Solares de CENER. No se ha realizado método de muestreo en la elección del captador. La muestra de ensayo ha sido aportada por el cliente. <i>The results of this report are focused just to the tested collector. CENER is not responsible of the conclusions taken from this report. This certificate may not be partially reproduced, except with the prior written permission of CENER. Sample selection was not done. The test sample has been provided by the customer.</i>

Ensayos solicitados por cliente	Fecha inicio	Fecha final	Norma aplicada	Apartado
Cte. de tiempo <i>Time constant</i>	22/04/2013	22/04/2013	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.3
Curva de eficiencia <i>Efficiency curve</i>	22/04/2013	26/04/2013	UNE-EN 12975-2:2006	6.1
Modificador de ángulo <i>Incidence angle modifier</i>	06/05/2013	07/06/2013	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.7
Capacidad térmica <i>Thermal capacity</i>	01/08/2013	01/08/2013	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.6.2
Caída de presión <i>Pressure drop</i>	26/04/2013	26/04/2013	UNE-EN 12975-2:2006	6.1.8

Signatario autorizado:*Authorized signatory:*Por ausencia / *In absence of***Jefe de Servicio Medida y Caracterización***Manager of Measurement and Characterization unit*

**CENER****INFORME DE
ENSAYO
TEST REPORT****LABORATORIO DE
ENSAYOS SOLARES
TÉRMICOS
SOLAR THERMAL TESTING
LABORATORY****1. Generalidades / General**Referencia de captador / *Collector reference N°*: **30.2055.0-3-1**Ensayo realizado por / *Test performed by*:

FUNDACIÓN CENER - CIEMAT
Laboratorio de Ensayos Solares Térmicos (LEST)
Avda. Ciudad de la Innovación nº 7
31621 Sarriguren (Navarra) - España
Tel.: Tel: +34 948 25 28 00
Fax.: Fax: +34 948 27 07 74

2. Descripción del captador solar / Solar collector descriptionNombre del fabricante / *Manufacturer Name*: **SOLIMPEKS SOLAR****2.1. Captador / Collector**

Tipo: Plano / de vacío / subatmosférico <i>Type: Flat plate / Evacuated / Subatmospheric</i>		Captador plano con cubierta <i>Glazed flat-plate collector</i>	
Área total / <i>Gross area</i> :		2,42 m ²	
Área de apertura / <i>Aperture area</i> :		2,23 m ²	
Área de absorbedor / <i>Absorber area</i> :		2,23 m ²	
Rango de flujo / <i>Flow range (EC)</i> :		1,5 l / m ² * min	
Presión de operación / <i>Operating pressure (EC)</i> :		2.5 bar	
Montaje del captador <i>Collector mounting (EC)</i> :	En tejado con inclinación / <i>On sloping roof</i>		X
	Integrado en tejado con inclinación / <i>Sloping roof integrated</i>		X
	Sobre tejado plano / <i>On flat roof</i>		X
	En tejado plano / <i>In flat roof</i>		X
	Sobre tejado plano con estructura / <i>On flat roof with stand</i>		X
Dimensiones de la unidad del captador / <i>Dimensions of collectors unit</i> :			
Longitud / <i>Length</i> :		1990 mm	
Ancho / <i>Width</i> :		1218 mm	
Altura / <i>Height</i> :		91 mm	
Peso en vacío / <i>Weight empty</i> :		39,1 kg	
Contenido de fluido / <i>Fluid content</i> :		2,03 l	
N° de cubiertas / <i>Number of covers</i> :		1	
Materiales de cubierta / <i>Cover materials (EC)</i> :		Vidrio templado con bajo contenido en hierro <i>Tempered glass with low iron content</i>	
Espesor de cubierta / <i>Cover thickness (EC)</i> :		4 mm	
Transmitancia solar de la cubierta / <i>Cover solar transmittance t (EC)</i> :		87.5%	
Longitud de apertura / <i>Aperture length</i> :		1929 mm	
Anchura de apertura / <i>Aperture width</i> :		1157 mm	

**2.2. Absorbedor / Absorber**

Material / Material (EC) :	Aluminio / Aluminium
Longitud de absorbedor / Fin length (EC) :	1918 mm
Ancho de absorbedor / Fin width (EC) :	1161 mm
Espesor / Fin thickness :	0,6 mm
Absortancia solar / Solar absorptance a (EC) :	74%
Emitancia hemisférica / Hemispherical emittance e (EC) :	26%
Tratamiento de la superficie / Surface treatment (EC) :	Pintura negra Black painting
Tipo de construcción / Construction type :	Parrilla con placa Tube-grid with plate
Número de tubos o canales / Number of tubes or channels :	Colectores / Collectors : 2 Verticales / Verticals : 10
Diámetro de tubo o dimensiones / Riser diameter or dimensions :	Colectores / Collectors : Ø ext. 22 mm Verticales / Verticals : Ø ext. 10 mm
Distancia entre tubos / Distance between risers :	110 mm
Dimensiones / Dimensions :	Área abs. proyectada / Abs. projected area = 2,23 m ²

2.3. Aislamiento térmico y carcasa / Thermal insulation and casing

Espesor del aislamiento térmico / Thermal insulation thickness :	Posterior / Back :	50 mm
	Lateral :	30 mm
Material del aislamiento / Insulation material (EC) :	Posterior / Back :	Lana de vidrio / Glass wool
	Lateral :	Lana de vidrio / Glass wool
Material de la carcasa / Casing material (EC) :	Aluminio / Aluminium	
Material de sellado / Sealing material (EC) :	EPDM	

2.4. Limitaciones / Limitations :

Temperatura máxima de operación / Maximum operation (EC) :	135 °C
Máxima presión de operación / Maximum operation pressure (EC) :	10 bar
Otras limitaciones / Other limitations (EC) :	Ángulo de inclinación / Tilt angle : Max: 80° Min: 15°

(EC) Datos especificados por el cliente / Specified by the customer



CENER

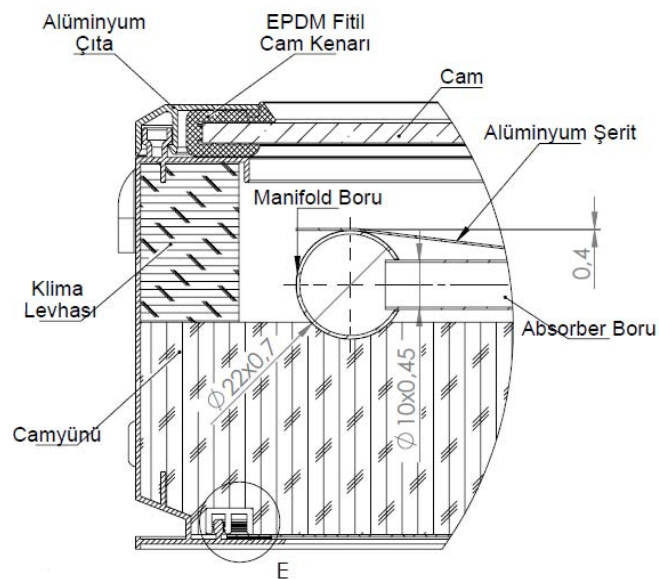
**INFORME DE
ENSAYO
TEST REPORT**

**LABORATORIO DE
ENSAYOS SOLARES
TÉRMICOS
SOLAR THERMAL TESTING
LABORATORY**

Fotografía del captador / Photograph of the collector :



Diagrama esquemático del montaje del captador / Schematic diagram of collector mounting :



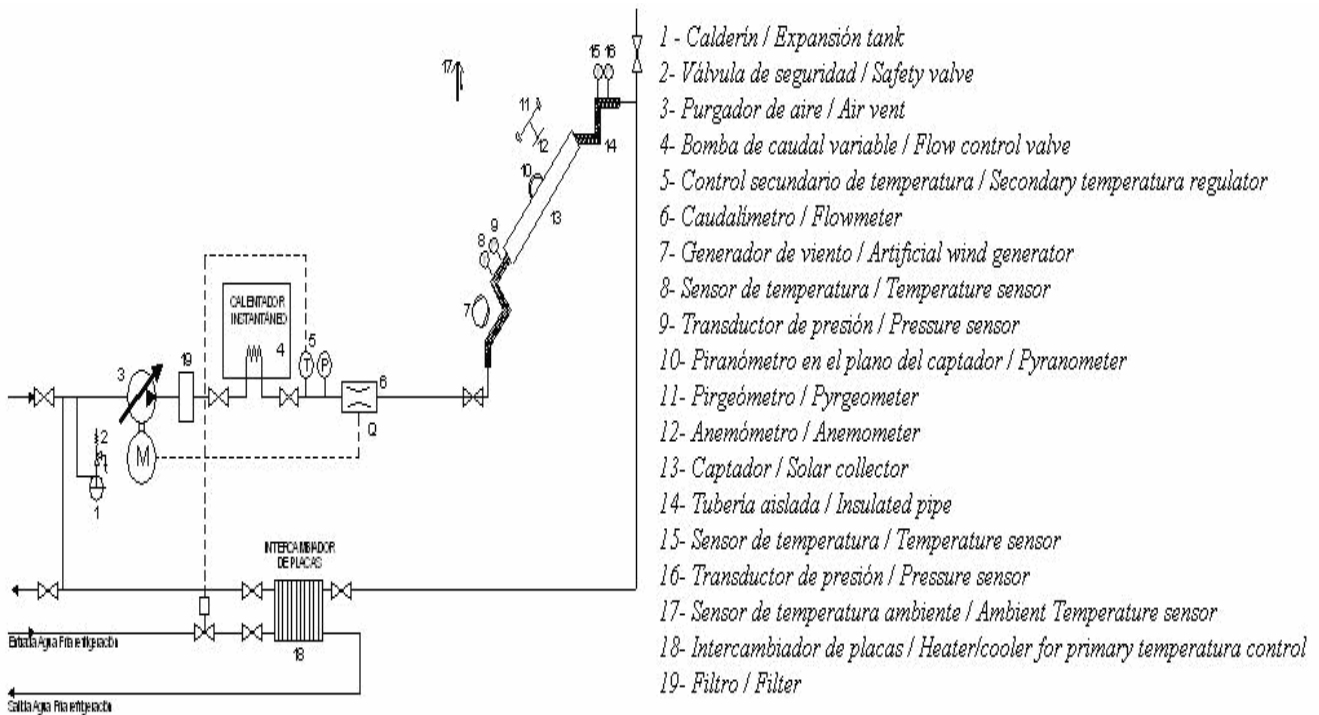


Comentarios al diseño del captador / Comments on collector design :

Captador plano con cubierta de vidrio templado con bajo contenido en hierro. Absorbedor compuesto por lámina de aluminio con recubrimiento de pintura negra soldada a parrilla de cobre. Aislamiento trasero y lateral de lana de vidrio. Carcasa fabricada en aluminio.

Glazed flat-plate collector with tempered cover with low iron content. Absorber made of aluminium plate with black paint coating welded to a copper tube-grid. Insulation in glass wool. Casing made of aluminium.

Diagrama esquemático del bucle de ensayos / Schematic diagram of test loop :



Medio de transferencia de calor / Heat transfer medium (EC) :	Agua con glicol / Water with glycol
Especificaciones (aditivos, etc) / Specifications (additives tec) (EC) :	No especificado / Not specified
Fluidos de transferencia de calor alternativos aceptados: Alternative acceptable heat transfer fluids (EC) :	Agua, aceite / Water, oil



3. Resultados del ensayo / Test results

El rendimiento térmico ha sido ensayado sobre la base de los métodos :

Thermal performance has been tested based on test methods :

<input type="checkbox"/> 6.1. Exterior - Método de estado estacionario / <i>Outdoor - Steady State Method</i>	<input checked="" type="checkbox"/> 6.1. Interior - Método de estado estacionario / <i>Indoor - Steady State Method</i>	<input type="checkbox"/> 6.3. Exterior - Método cuasi-dinámico / <i>Outdoor - Quasi-dynamic Method</i>
---	---	--

Irradiancia solar media / *Mean solar irradiance* : 865 W/m²

Tipo de lámparas / *Type of the lamps* : HMI

Sombreado de la radiación de alta longitud de onda / <i>Shading of longwave radiation</i> :	Si / yes
---	----------

Orientación de los tubos del absorbedor durante el ensayo (horizontal o vertical) : <i>Orientation of absorber tubes during testing (horizontal or vertical) :</i>	Vertical
---	----------

Potencia pico (G=1000 W/m ²) por unidad de captador / <i>Peak Power per collector unit (W) : W_{pico}</i>	1615
---	------

Potencia producida por unidad de captador / *Power output per collector unit (W)*

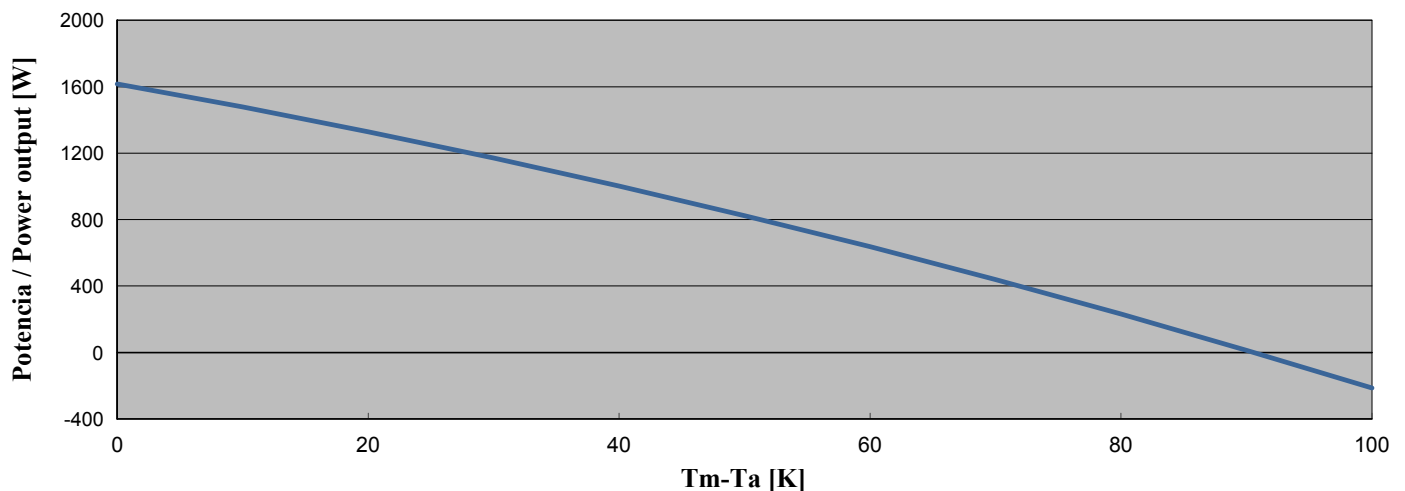
G $T_m - T_a$ (K)	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10	507	991	1476
30	200	684	1169
50	0	338	822

NOTA : Los valores expresados son para incidencia normal

NOTE : The reported values are for normal incidence

3.1 Potencia Producida por unidad de captador (para G=1000 W/m²)

Power output per collector unit (for G=1000 W/m²)





3.2 Curva de eficiencia instantánea basada en el área de (absorbedor/apertura) y temperatura media del fluido de transferencia de calor (para G=1000 W/m²)

Instantaneous efficiency curve based on (absorber/aperture) area and mean temperature of heat transfer fluid (For G=1000 W/m²)

Área de referencia: Área del absorbedor A_A <i>Reference area : Aperture area</i>	
Área de absorbedor usada para la curva (m ²) <i>Absorber area used for curve in (m²)</i>	2,23
Eficiencia instantánea definida como : <i>Instantaneous efficiency is defined by :</i>	$\eta_A = \frac{\dot{Q}}{A_A \times G}$

Área de referencia: Área de apertura A_a <i>Reference area : Aperture area</i>	
Área de apertura usada para la curva (m ²) <i>Aperture area used for curve in (m²)</i>	2,23
Eficiencia instantánea definida como : <i>Instantaneous efficiency is defined by :</i>	$\eta_a = \frac{\dot{Q}}{A_a \times G}$

Caudal de fluido usado para los ensayos / *Fluid flowrate used for the tests :* 0,015 kg/(s•m²)

Área total de captador / *Gross collector area* 2,42 m²

Ajuste de segundo orden para datos / *Second order fit to data :*

$$\eta_A = \eta_{0A} - a_{1A} \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2A} G \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

$$\eta_a = \eta_{0a} - a_{1a} \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right) - a_{2a} G \left(\frac{t_m - t_a}{G} \right)^2$$

Basado en el área de absorbedor <i>Based on Absorber area</i>		
	Valor / Value	Incertidumbre típica Typical uncertainty
η_{0A}	0,725 ± 0,005	--
a_{1A}	6,011 ± 0,321	W/m ² •K
a_{2A}	0,022 ± 0,005	W/(m ² •K ²)

Basado en el área de apertura <i>Based on Aperture area</i>		
	Valor / Value	Incertidumbre típica Typical uncertainty
η_{0a}	0,724 ± 0,005	--
a_{1a}	6,006 ± 0,321	W/m ² •K
a_{2a}	0,022 ± 0,005	W/(m ² •K ²)

Fluido utilizado / *Fluid used*

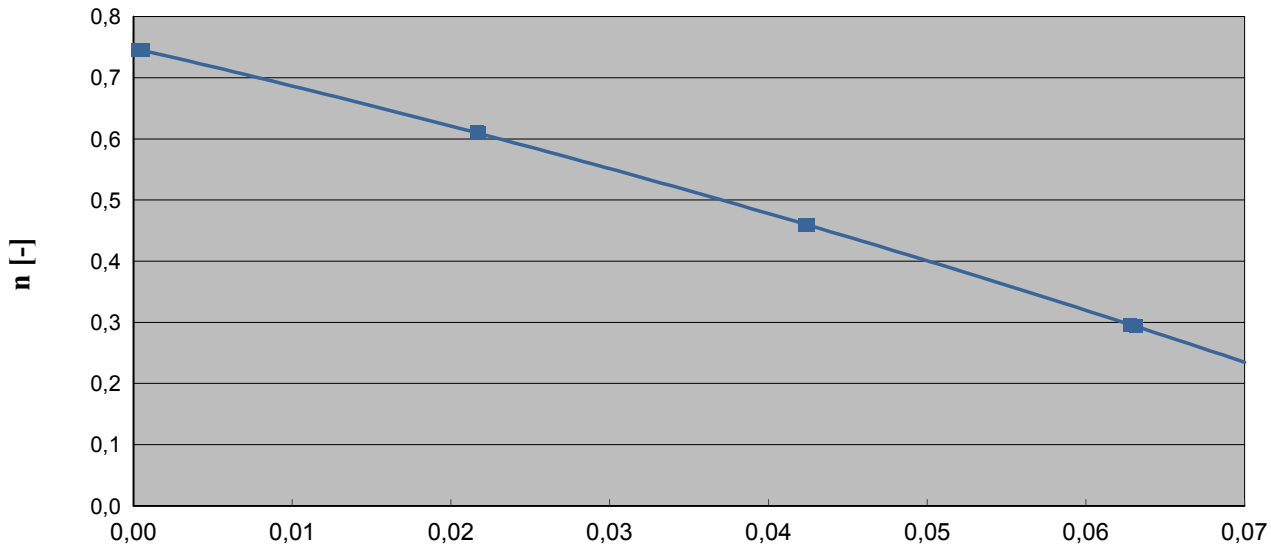
Agua / *Water*



Datos de eficiencia medida / Data of measured efficiency points

PUNTO POINT	G(W/m ²)	CAUDAL MASICO MASS VOLUME (kg/min)	T ENTRADA T _{in} (°C)	T SALIDA T _e (°C)	T MEDIA T _m (°C)	T AIRE CIRCUND. T _{amb} (°C)	T _m - T _a / G (K·m ² /W)	η [-]
1	866	2,01	20,86	31,17	26,0	25,8	0,0003	0,746
2	865	2,01	20,84	31,11	26,0	25,4	0,0006	0,745
3	865	2,00	40,38	48,82	44,6	25,8	0,0218	0,609
4	863	2,00	40,35	48,80	44,6	25,9	0,0217	0,611
5	864	1,98	59,80	66,21	63,0	26,3	0,0425	0,459
6	865	1,98	59,78	66,20	63,0	26,4	0,0423	0,459
7	865	1,96	79,22	83,37	81,3	26,7	0,0631	0,294
8	865	1,96	79,19	83,36	81,3	27,0	0,0628	0,296

Ajuste de la curva de eficiencia cuadrática para los datos medidos en el ensayo respecto al área de apertura y la temperatura media del fluido
Adjustment of the quadratic efficiency curve for the measured data in the test regarding aperture area and the mean temperature of the fluid



◆ datos medidos/measured data — Polinómica (datos medidos/measured data) (T_m-T_a)/G [m²·K/W]

Los resultados representados han sido corregidos por un factor de corrección espectral 0,968

The results represented have been corrected by a correction factor spectral 0,968



3.3 Constante de tiempo / Time constant

$\tau_c = 00:01:15$ h:min:ss

3.4 Capacidad Térmica efectiva / Effective thermal capacity

C = 16772 J/K

Determinación por / Determination by:

Cálculo / calculation

La capacidad térmica fue calculada según el punto 6.1.6.2 de la norma EN 12975-2
Effective thermal capacity was calculated according to 6.1.6.2 of EN 12975-2.

$$C = \sum p_i \cdot m_i \cdot c_i$$

Exterior / outdoors

Interior / indoors

3.5 Modificador del ángulo de incidencia / Incident angle modifier

Ángulo / angle : 50°

Exterior / outdoors

$K_\theta(50^\circ) = 0,88$

Interior / indoors

3.6 Caída de presión / Pressure drop

Tª Fluido / Fluid Tª (°C)	20 °C ± 2 °C		Tª max: 20,19 °C		Tª min: 18,93 °C	
Caudal / Flowrate (kg/min)	4,40	3,50	2,60	1,60	0,70	0,00
Perdida de presión Pressure drop (mbar)	1,8	1,1	0,5	0,2	0,0	0,0

3.7 Documentación técnica / Technical documentation

Se analizaron el manual de instalación, etiquetado y ficha técnica. La documentación adjuntada por el cliente está acorde al apartado 7 de la norma EN-12975-1:2006+A1:2010.

We analyzed the installation manual, labeling and data sheet. The documentation attached by the customer is consistent with paragraph 7 of EN-12975-1:2006+A1:2010.

3.8 Fallos observados / Observed failures

Dense detalles de cualquier fallo denotado como “fallo grave” definido en el apartado 5.3 de la norma EN 12975-1:2006.

No se han observado fallos. El captador cumple los requisitos especificados en la norma EN 12975-2:2006 para los ensayos de rendimiento incluidos en el presente informe.

No failures has been observed. The collector respect the requirements specified in the norm EN 12975-2:2006 for the thermal performance testing included in this report.

**CENER****INFORME DE
ENSAYO
TEST REPORT****LABORATORIO DE
ENSAYOS SOLARES
TÉRMICOS
SOLAR THERMAL TESTING
LABORATORY****ANEXO / ANNEX : Resumen del informe de ensayo / Summary test report****Identificación / Identification**

Nombre del Fabricante: <i>Name of manufacturer:</i>	SOLIMPEKS SOLAR	Año de producción: <i>Year of production:</i>	2013
Nombre comercial: <i>Brand Name:</i>	WUNDER ANP2510	Número de serie: <i>Serial No:</i>	121015146
Tipo de captador: <i>Collector Type:</i>	Captador plano con cubierta <i>Glazed flat-plate collector</i>	Dibujos documento: <i>Drawing document:</i>	--

Dimensiones de la unidad captador / Dimensions of collector unit

Longitud / <i>Length</i> :	1990 mm	Área del absorbedor / <i>Absorber area</i> :	2,23 m ²
Ancho / <i>Width</i> :	1218 mm	Área de apertura / <i>Aperture area</i> :	2,23 m ²
Altura / <i>Height</i> :	91 mm	Área total / <i>Gross area</i> :	2,42 m ²

Especificaciones generales / General specifications

Peso / <i>Weight</i> :	39,1 kg
Fluido de transferencia de calor / <i>Heat transfer fluid (EC)</i> :	Agua con glicol / <i>Water with glycol</i>
Rango de flujo / <i>Flow range (EC)</i> :	1,5 l / m ² * min
Presión de operación / <i>Operating pressure (EC)</i> :	2.5 bar

(EC) Datos especificados por el cliente / *Specified by the customer*

Basado en el área de absorbedor <i>Based on Absorber area</i>			
	Valor / <i>Value</i>	Incertidumbre típica <i>Typical uncertainty</i>	Unidad / <i>Unit</i>
η_{0A}	0,725	$\pm 0,005$	--
a_{1A}	6,011	$\pm 0,321$	W/m ² •K
a_{2A}	0,022	$\pm 0,005$	W/(m ² •K ²)

Basado en el área de apertura <i>Based on Aperture area</i>			
	Valor / <i>Value</i>	Incertidumbre típica <i>Typical uncertainty</i>	Unidad / <i>Unit</i>
η_{0a}	0,724	$\pm 0,005$	--
a_{1a}	6,006	$\pm 0,321$	W/m ² •K
a_{2a}	0,022	$\pm 0,005$	W/(m ² •K ²)

Potencia producida por unidad de captador / Power output per collector unit (W)

$T_m - T_a$ (K)	400 W/m ²	700 W/m ²	1000 W/m ²
10	507	991	1476
30	200	684	1169
50	0	338	822

Modificador del ángulo de incidencia / Incidence Angle Modifier K_{50} : 0,88