

Organiza:



## V ENCUENTRO Ingeniería de la Energía

Patrocinadores:



Asociación Nacional  
de Productores  
de Energía Renovable



Cátedra  
Takasago Industria y  
Mantenimiento 4.0



CÁTEDRA DEL AGUA  
Y LA SOSTENIBILIDAD



# ACTAS DEL CONGRESO

## V ENCUENTRO DE INGENIERÍA DE LA ENERGÍA DEL CAMPUS MARE NOSTRUM



Editores:

Mariano Alarcón García (Editor)

Manuel Seco Nicolás (Co-editor)

© Mariano Alarcón García

ISBN: 978-84-09-29971-3

Dirección web de congreso: [V-EIECMN](http://V-EIECMN)

Universidad de Murcia

Campus Mare Nostrum

Del 23 al 26 de  
noviembre de 2020

Quinta edición del Encuentro orientado a servir de espacio de reunión para tratar las distintas facetas de las aplicaciones de la Energía en los ámbitos académico y profesional, así como de instituciones y empresas en el que compartir trabajos, se muestren avances creando un espacio virtual de debate y reflexión en el que plantear soluciones a los importantes retos que la Sociedad tiene en el ámbito de la Energía, englobado en el ODS-7, *Energía asequible y no contaminante*, desde una vocación tecnológica pero a la vez con sensibilidad social.



# Estudio dinámico de los campos de temperaturas en captadores solares térmicos planos



**MOLINA CASCALES, EMILIO <sup>(1)</sup>;**

**ALARCÓN GARCIA, MARIANO <sup>(2)</sup>;**

**SECO NICOLÁS, MANUEL <sup>(2)</sup>**

**MARIANO@UM.ES**

**<sup>(1)</sup>UNIVERSIDAD DE MURCIA, FACULTAD DE QUÍMICA**

**<sup>(2)</sup>UNIVERSIDAD DE MURCIA, GRUPO DE INGENIERÍA ENERGÉTICA**

# 1. Introducción

2

- **Problemática de las altas temperaturas**
  - En verano y en las zonas más calurosas el fluido caloportador alcanza temperaturas por encima de las aconsejables.
  - Eficiencia del sistema de captación disminuye.
  - Puntos calientes potencial origen de deterioro de la placa absorbadora.
  - Otros problemas ocasionados (vaporización y deterioro del fluido caloportador, origen de corrosión...)

# 1. Introducción

3

- **Sistemas de representación.**

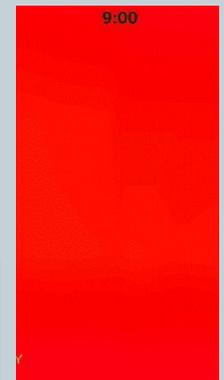
- Interés en detectar los puntos calientes del captador solar.
- Existen diversos programas que permiten la representación gráfica tridimensional e isocurvas.



- Topocal®: topográfico



- Realización de las animaciones o gifs



## 2. Objetivos

4

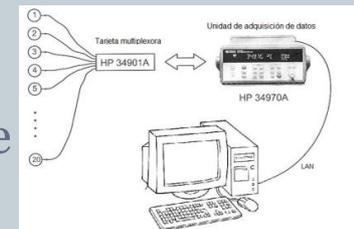
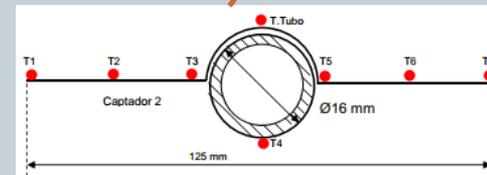
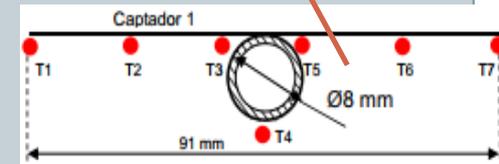
- Obtención de los campos de temperaturas o mapas térmicos en modo dinámico en dos captadores de diferente topología.
- Determinación de los puntos calientes y su permanencia en el tiempo.
- Relacionar los mapas térmicos con el rendimiento instantáneo del captador solar

# 3. Materiales y métodos

## 3.1 Instalación experimental

5

- Laboratorio de Energía solar de la Universidad de Murcia
- GALEM-TERSOL VS2.0 (Captador 1)
- GAROL-I (Captador 2)
- Sistema de adquisición de datos
  - Se recogen los datos en intervalos de 1 minuto durante 24 horas de forma regular desde 2015 y se calibran con las rectas de calibración obtenidas.



# 3. Materiales y métodos

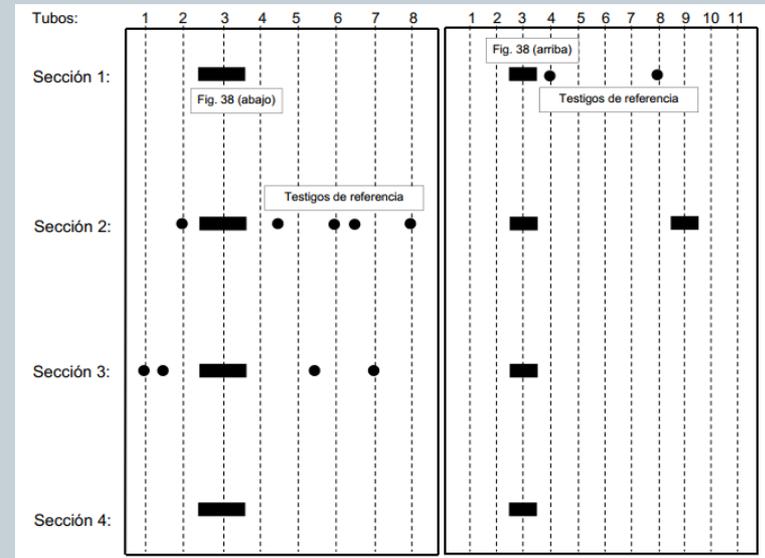
## 3.1 Materiales

6

### • 3.1.2. Sistema de adquisición de datos

#### ■ Sondas de temperatura

- Termopares tipo T se han distribuido en la placa absorbadora, dividida en 4 secciones.
- Sondas RTD Pt100 de 4 hilos se utilizan para medir la temperatura del fluido, ambiente, aire espacio cubierta-placa

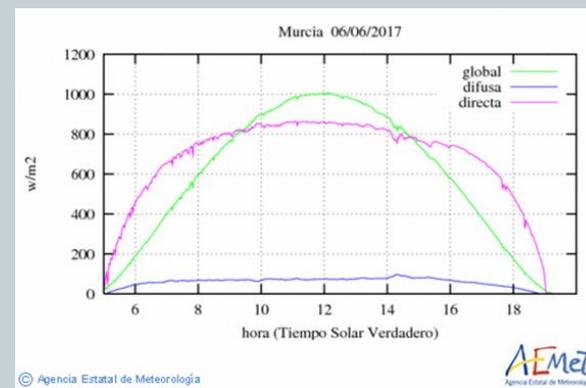
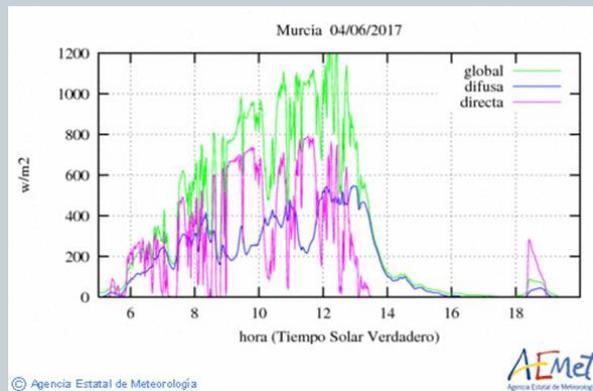


# 3. Materiales y métodos

## 3.2. Métodos

7

- Los días seleccionados fueron el 4 de junio de 2017 y el 6 de junio de 2017 ya que corresponden a un día nublado y soleado respectivamente según la AEMET



# 3. Materiales y métodos

## 3.2. Métodos

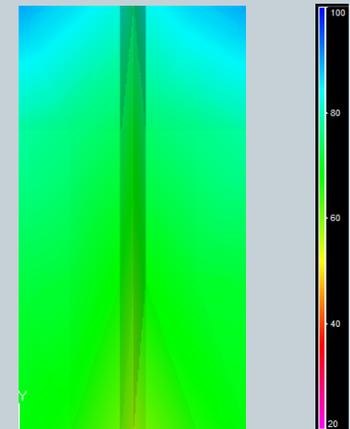
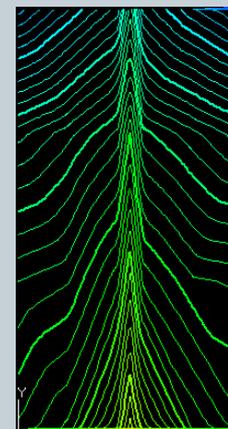
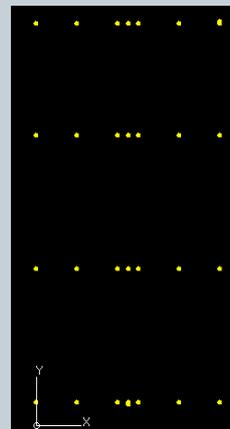
8

### • Programa de representación gráfica (Topocal)

1. Se introducen los datos en 2D acordes a la situación de cada sensor en la placa.
2. La temperatura correspondiente a cada sensor será el eje Z (cotas)
3. Se crea el MTD triangular.
4. Se obtiene el mapa térmico.

	Puntos 2D		En cm en Y, y en cm x10 en X				
Sección 1	(0,180)	(20,180)	(40,180)	(45,180)	(50,180)	(70,180)	(90,180)
Sección 2	(0,130)	(20,130)	(40,130)	(45,130)	(50,130)	(70,130)	(90,130)
Sección 3	(0,70)	(20,70)	(40,70)	(45,70)	(50,70)	(70,70)	(90,70)
Sección 4	(0,10)	(20,10)	(40,10)	(45,10)	(50,10)	(70,10)	(90,10)

X	Y	Z
0.000	180.000	84.400
20.000	180.000	80.900
40.000	180.000	77.400
45.000	180.000	72.400
50.000	180.000	78.200
70.000	180.000	81.900
90.000	180.000	84.400
0.000	130.000	73.300
20.000	130.000	71.300
40.000	130.000	68.600
45.000	130.000	65.300
50.000	130.000	69.700
70.000	130.000	71.700
90.000	130.000	73.700
0.000	70.000	67.400



# 4. Resultados

## Mapas Horarios

9



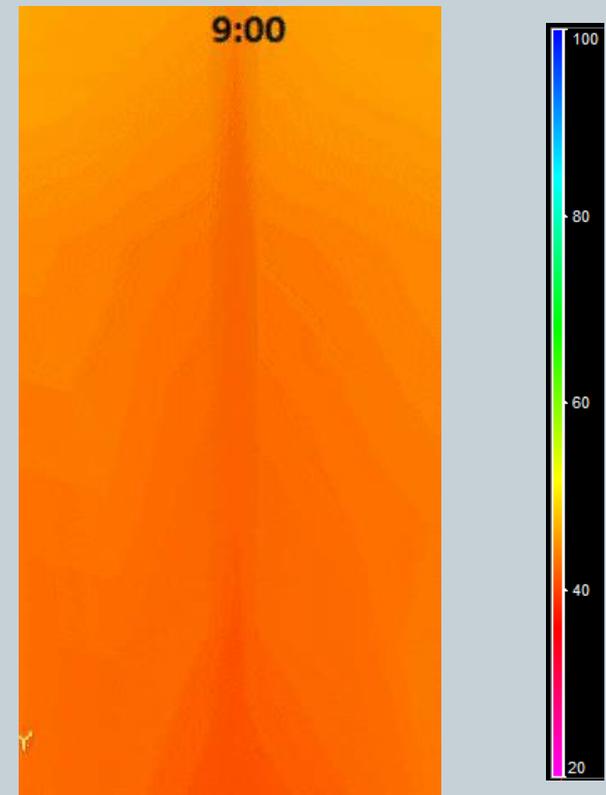
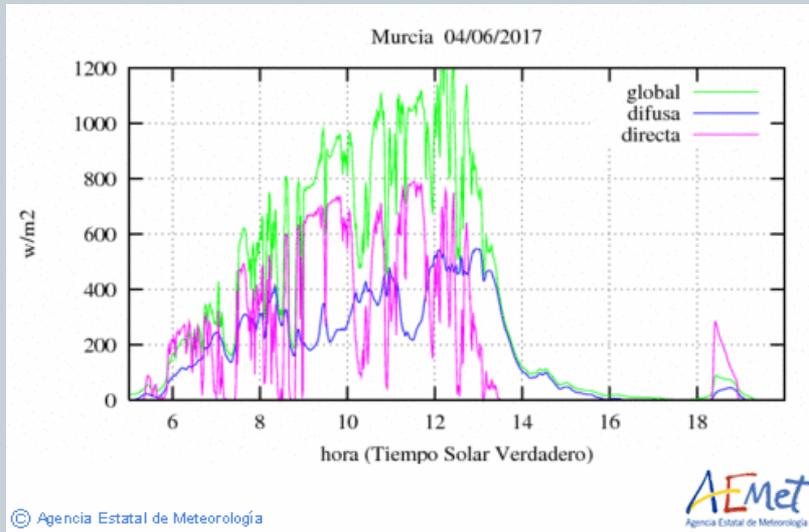
- Se han realizado los mapas horarios correspondientes a los días 4 de junio y 6 de junio para ambos captadores.
- Se tiene que tener en cuenta la escala de Topocal.
- Con los mapas térmicos se han realizado los gifs correspondientes a ese captador en ese día.
- Se han tenido en cuenta para la realización de los gifs las horas en las que es interesante el estudio.

# 4. Resultados

## 4.1. Mapas Horarios

10

- Captador GALEM, 4 de junio

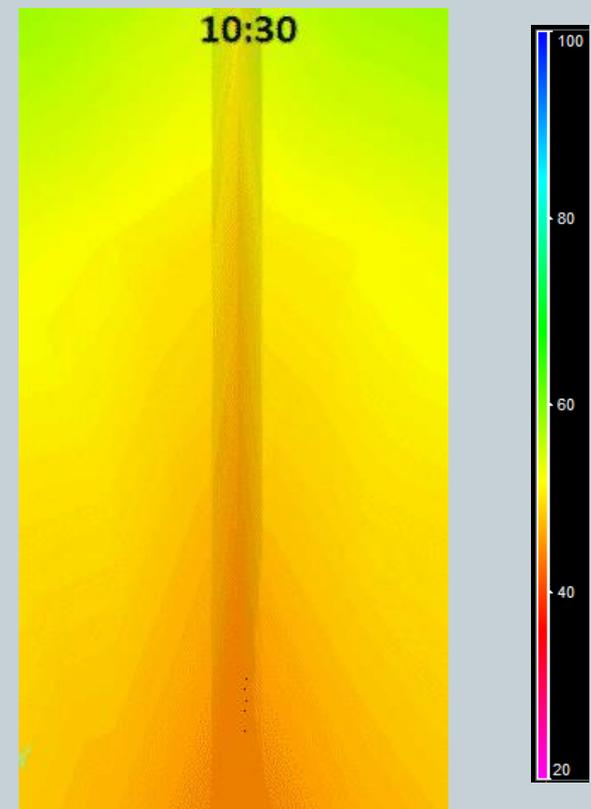
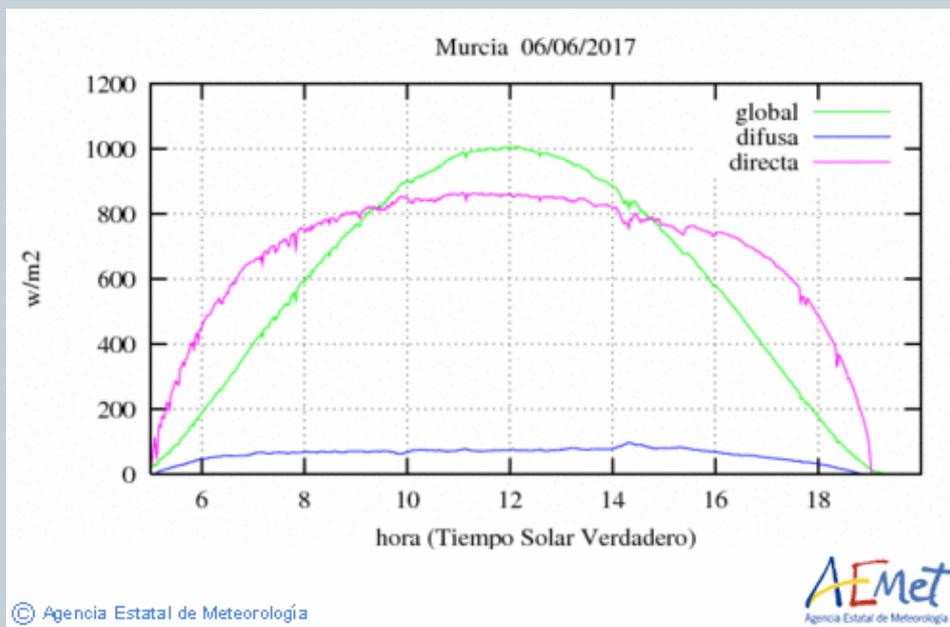


# 4. Resultados

## 4.1. Mapas Horarios

11

- Captador GALEM, 6 de junio

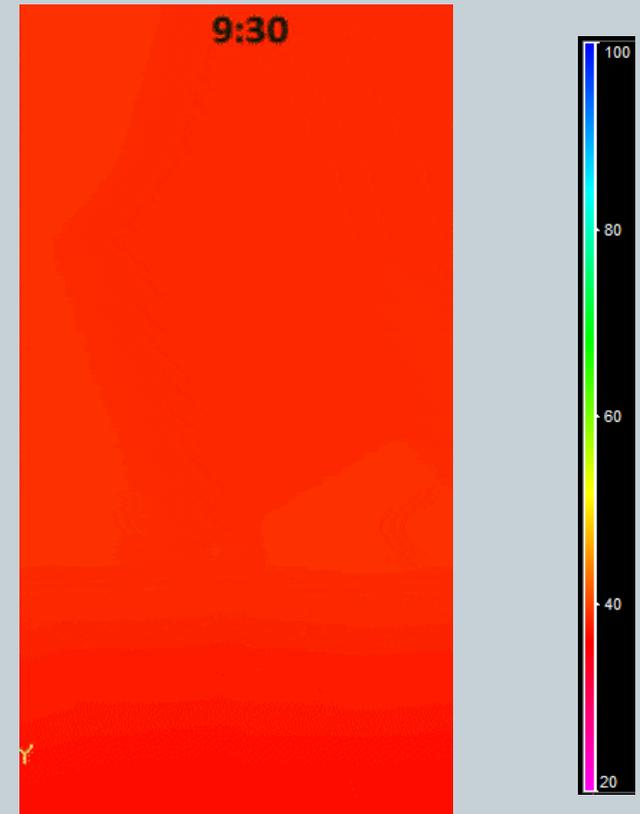
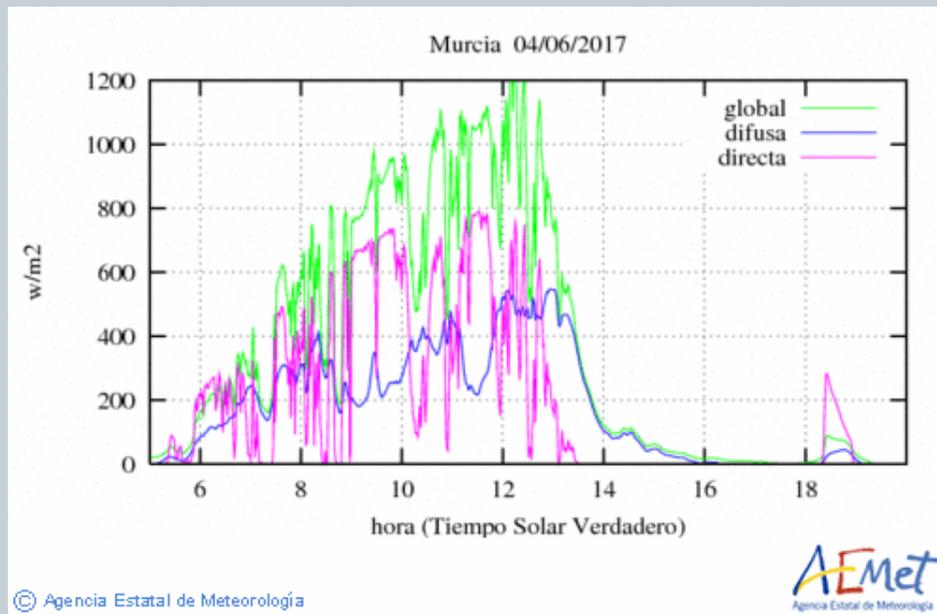


# 4. Resultados

## 4.1. Mapas Horarios

12

- Captador GAROL, 4 de junio

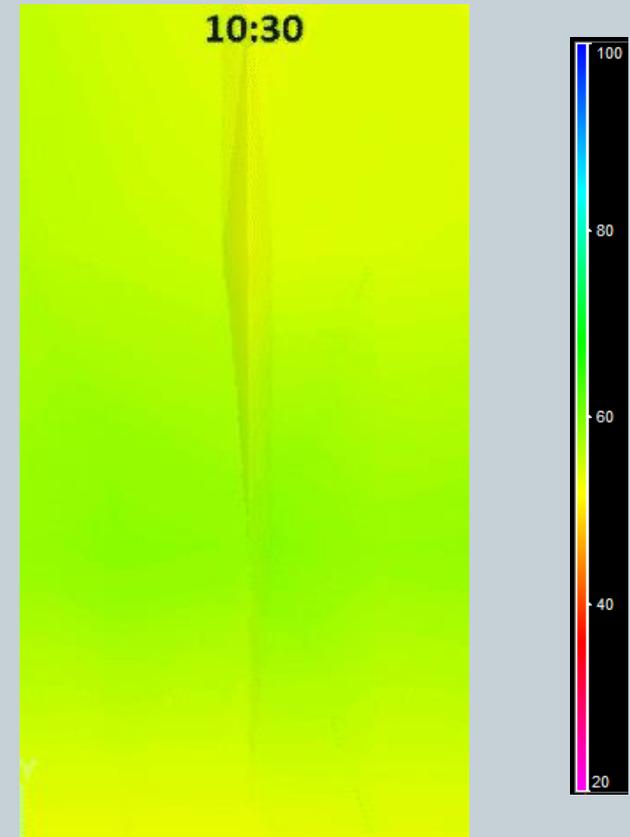
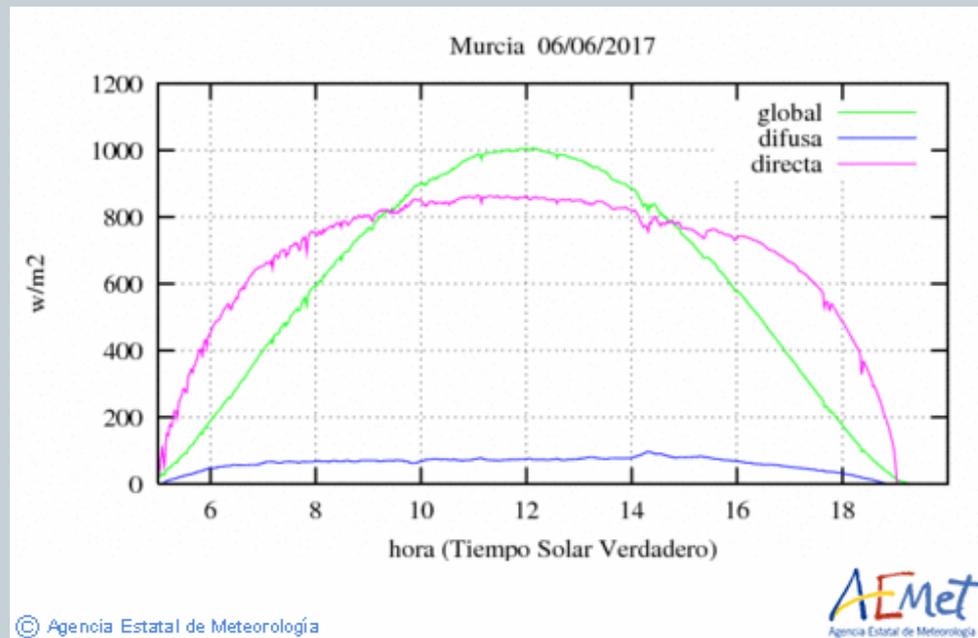


# 4. Resultados

## 4.1. Mapas Horarios

13

- Captador GAROL, 6 de junio

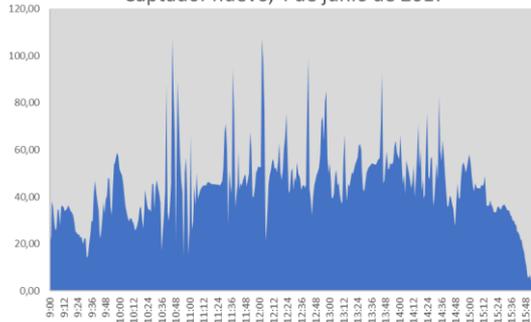


# 4. Resultados

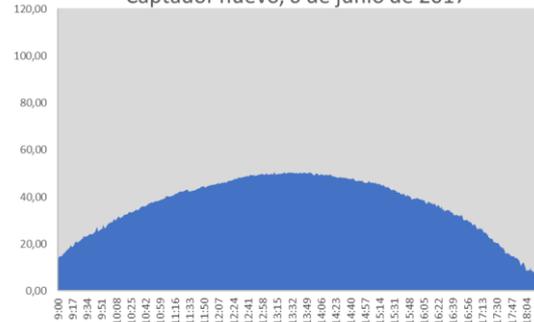
## 4.2. Resultados del rendimiento estático

14

Captador nuevo, 4 de junio de 2017



Captador nuevo, 6 de junio de 2017



Captador GALEM

Captador viejo, 4 de junio de 2017



Captador viejo, 6 de junio de 2017



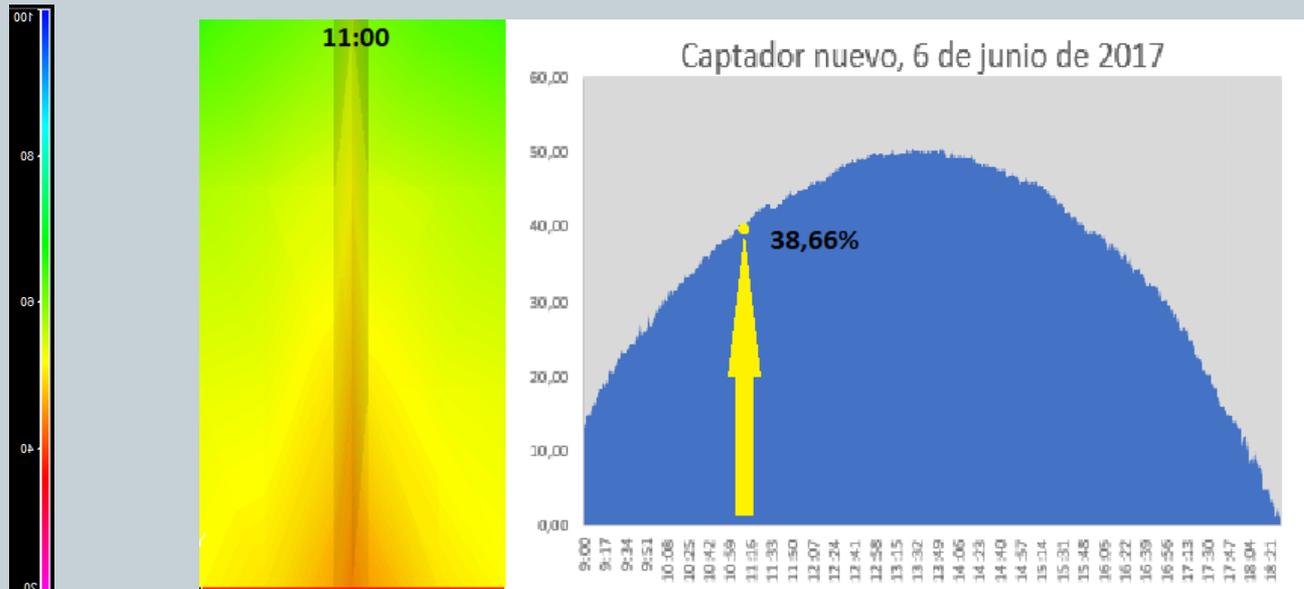
Captador GAROL

# 4. Resultados

## 4.2. Resultados del rendimiento estático

15

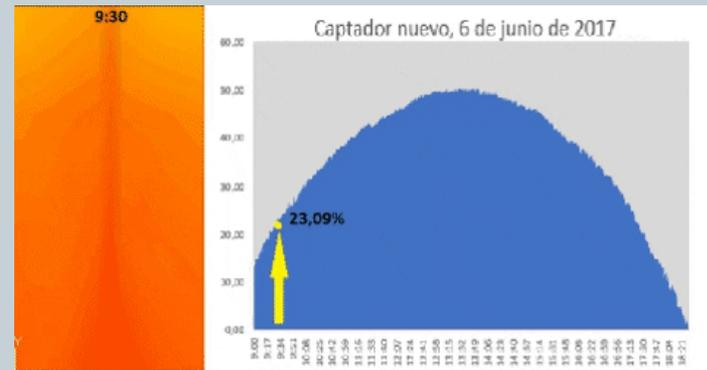
- Comparativa mapa térmico-rendimiento.



# 4. Resultados

## 4.2. Resultados del rendimiento estático

16



# 4. Resultados

## 4.3. Discusión de resultados

17

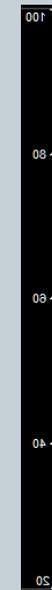
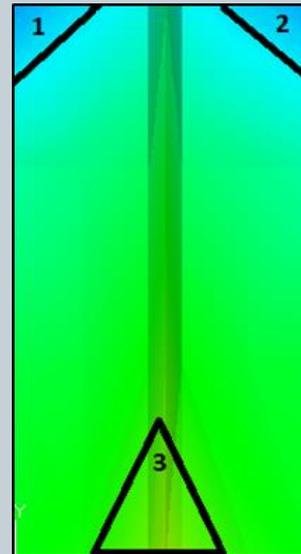
	4 de junio de 2017		6 de junio de 2017	
	Captador nuevo	Captador viejo	Captador nuevo	Captador viejo
Temperatura máxima (°C)	90.43 (14:23)	90.73 (13:53)	90.92 (14:42)	88.64 (14:33)
Rendimiento máximo (%)	107.45 (12:02)	50.56 (13:12)	77.23 (12:03)	31.78 (12:44)
Rendimiento medio (12:00 a 16:00) (%)	47.37	26.08	48.13	29.06
Temperatura media (12:00 a 16:00) (°C)	75.09	71.196	88.39	86.692

# 4. Resultados

## 4.3. Discusión de resultados

18

- Conforme avanzamos de la parte inferior a la superior y de la parte central hacia las exteriores la temperatura aumenta, mostrando tres zonas diferenciadas:

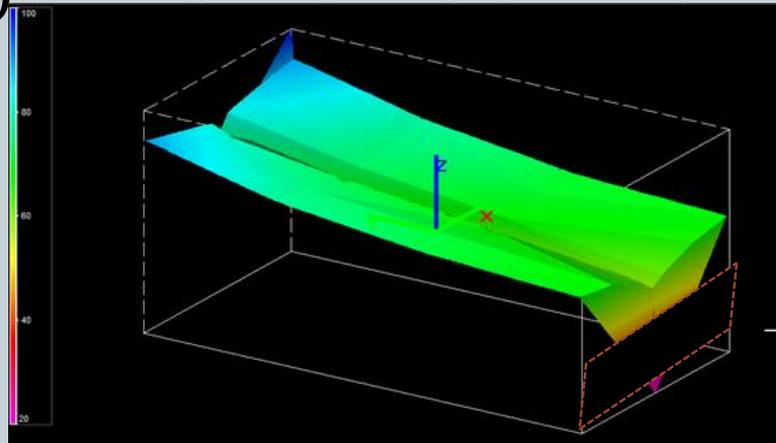


# 4. Resultados

## 4.3. Discusión de resultados

19

- Con la representación 3D podemos observar como el fluido caloportador enfría la placa tras su paso, formando un perfil en “V” y como el fluido se calienta tras su paso por la placa (en la salida la cota es superior)



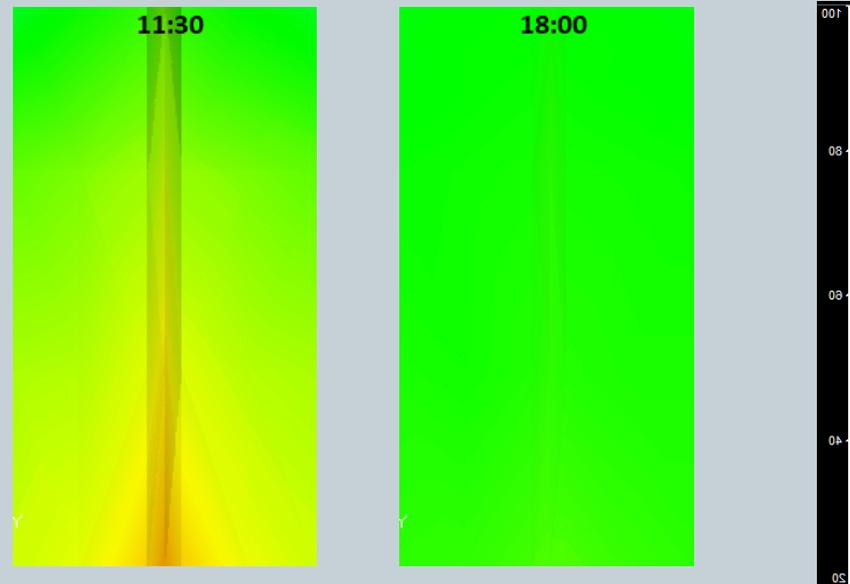
Captador nuevo  
4 Junio

# 4. Resultados

## 4.3. Discusión de resultados

20

- Se acentúa el perfil en “V” conforme aumenta la temperatura, después de las horas centrales del día la temperatura comienza a disminuir paulatinamente, hasta que se logran temperaturas homogéneas en todo el colector, desapareciendo el perfil en “V”



# 5. Conclusiones

- Se ha obtenido experimentalmente los campos térmicos de temperaturas para
  - Dos días con distinta irradiación solar (junio en Sureste de España)
  - Dos tipos de captadores diferentes
- En ellos se observa las zonas más calientes a lo largo de un día-tipo
- Como es de esperar, en un día soleado las temperaturas son muy superiores, siendo máximas a mediodía.
- En el captador más antiguo (GAROL) las temperaturas máximas se alcanzan en puntos medios del captador, debido a que las soldaduras se han despegado y la placa absorbadora no es refrigerada por el fluido caloportador.
- Los rendimientos instantáneos muestran mayores valores en el día nuboso, debido a las menores temperaturas de la placa absorbadora
- Los rendimientos del captador más deteriorado (GAROL) son significativamente inferiores al de placa plana soldada (GALEM)

# Gracias por vuestra atención



## Comités del V Congreso Encuentro de Ingeniería de la Energía del Campus Mare Nostrum

### Comité organizador

Mariano Alarcón García (Presidente)  
Manuel Seco Nicolás  
Francisco del Cerro Velázquez  
Juan Pedro Luna Abad  
Alfonso P. Ramallo González  
Fernando Lozano Rivas

### Comité científico

Alfonso P. Ramallo González (UM)  
Antonia Baeza Caracena (UM)  
Antonio González Carpena (UM)  
Antonio Urbina Yeregui (UPCT)  
Antonio Viedma Robles (UPCT)  
Félix Cesáreo Gómez de León Hijes (UM)  
Fernando Illán Gómez (UPCT)  
Francisco del Cerro Velázquez (UM)  
Francisco Vera García (UPCT)  
Gloria Alarcón García (UM)  
Gloria Villora Cano (UM)  
Joaquín Zueco Jordán (UPCT)  
José A. Almendros Ibáñez (UCLM)  
José Miguel Martínez Paz (UM)  
José Ramón García Cascales (UPCT)  
Juan Pedro Luna Abad (UPCT)  
Juan Pedro Montávez Gómez (UM)  
Manuel Lucas Miralles (UMH)  
Manuel Seco Nicolás (UM)  
Mariano Alarcón García (UM)  
Miguel Ángel Zamora Izquierdo (UM)  
Pedro J. Vicente Quiles (UMH)  
Teresa Maria Navarro Caballero (UM)  
Teresa Vicente Vicente (UM)

ley. Dirijase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

**ACTAS DEL CONGRESO V ENCUENTRO DE  
INGENIERÍA DE LA ENERGÍA DEL CAMPUS MARE  
NOSTRUM**

**PROCEEDINGS OF THE V MEETING OF ENERGY ENGINEERING OF  
CAMPUS MARE NOSTRUM**

*Editor*

Mariano Alarcón García

*Co-editor*

Manuel Seco Nicolás

Murcia 2021