

Organiza:



V ENCUESTRO 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 ENCUESTRO 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

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.





IMPORTANCIA DE LAS TÉCNICAS PASIVAS Y ACTIVAS EN EL ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA

Alberto Egea Villarreal ^(1*); Ruth Herrero Martín; Juan Pedro Solano
Fernández; José Pérez García; Alberto García

RESUMEN

El almacenamiento de energía térmica es una de las tecnologías de mayor interés en los últimos años ya que acoplan la producción de energía solar térmica con el consumo de la misma. Dentro de los materiales para el almacenamiento de energía térmica, los materiales de cambio de fase (Phase Change Materials, PCM) son una solución factible para explotar el calor latente de un material de almacenamiento, empleado como mecanismo de carga y descarga para absorber y liberar energía térmica.

En este trabajo, se presenta la evolución en el almacenamiento de energía térmica y su aprovechamiento. Asimismo, se muestran resultados obtenidos en una instalación experimental construida en la Universidad Politécnica de Cartagena.

Este trabajo se enmarca dentro del Proyecto PGC2018-100864-B-C21 financiado por MCI/AEI/FEDER,UE

Indica con una X el tipo de comunicación que deseas:

ORAL PÓSTER

Indica con una X en qué Área temática quieres que sea incluido tu resumen (si el trabajo se puede encuadrar en varias líneas, elegir una.):

- Didáctica de la energía e Ingeniería de la energía Economía y marco legal de la energía
 Eficiencia energética Energía en la edificación Energías renovables Generación
y transformación de la energía Gestión y control de la energía Impacto ambiental de la
energía Ingeniería de sistemas y equipos energéticos Máquinas térmicas y de fluidos
 Movilidad sostenible Problemática social de la energía Transferencia de calor y masa

IMPORTANCIA DE LAS TÉCNICAS PASIVAS Y ACTIVAS EN EL ALMACENAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA



ALBERTO EGEA VILLARREAL (*); RUTH HERRERO MARTÍN; JUAN PEDRO SOLANO; JOSÉ PÉREZ GARCÍA; ALBERTO GARCÍA

ALBERTO.EGEA@UPCT.ES*

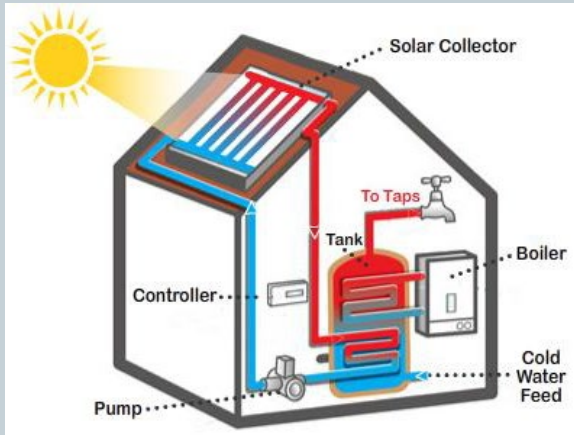
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA, DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TÉRMICA Y DE FLUIDOS

Índice



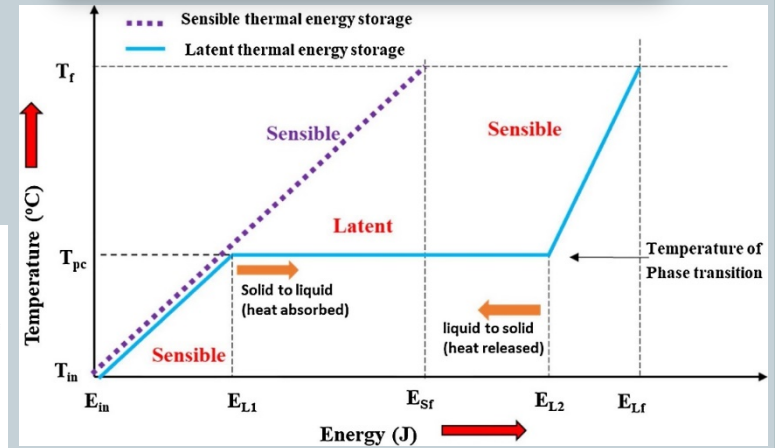
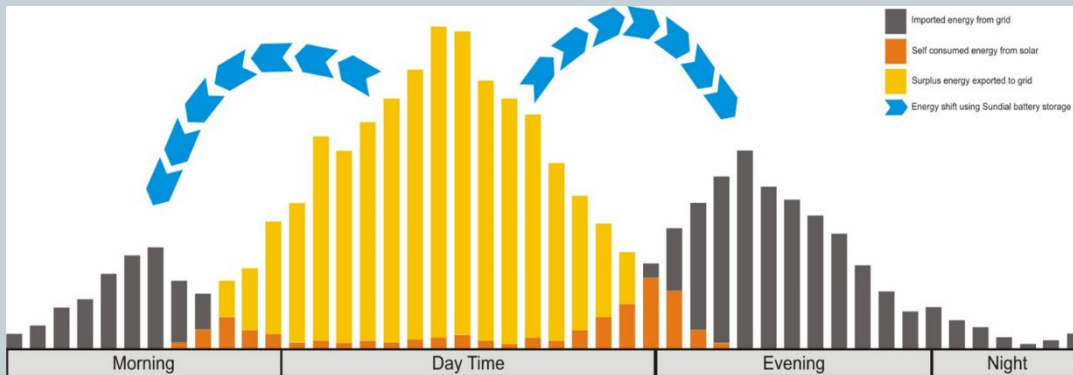
- **INTRODUCCIÓN**
- **INSTALACIÓN SOLAR**
- **RESULTADOS**
- **DISCUSIÓN**
- **CONCLUSIONES**

Introducción



Energía solar para la producción de ACS

Calor sensible vs Calor latente



Introducción



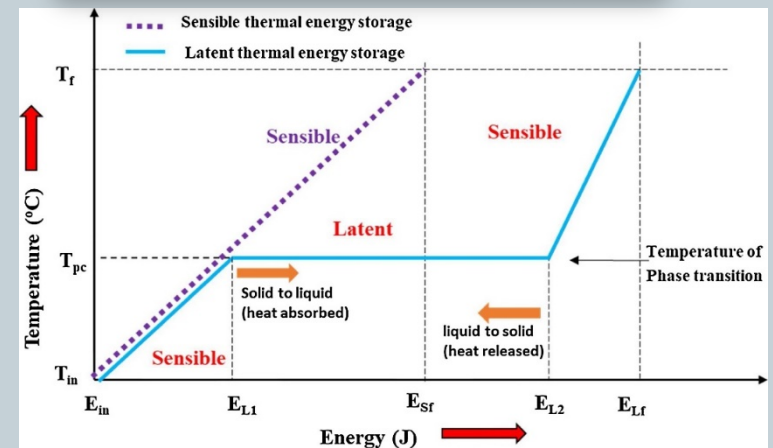
Parafina, hidratos de sal, grasas ácidas

$$\Delta h_f \approx 250 - 400 \text{ kJ/kg}$$

ventajas

- Mayor almacenamiento térmico 1.5 - 5 veces
- Transferencia de calor a temperatura constante

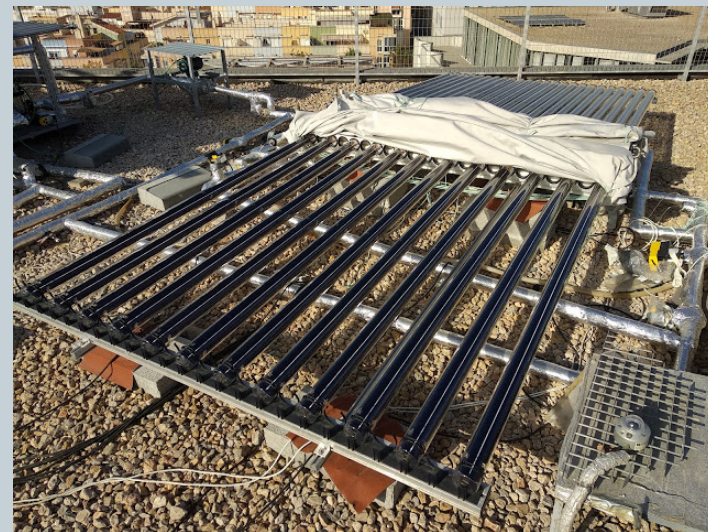
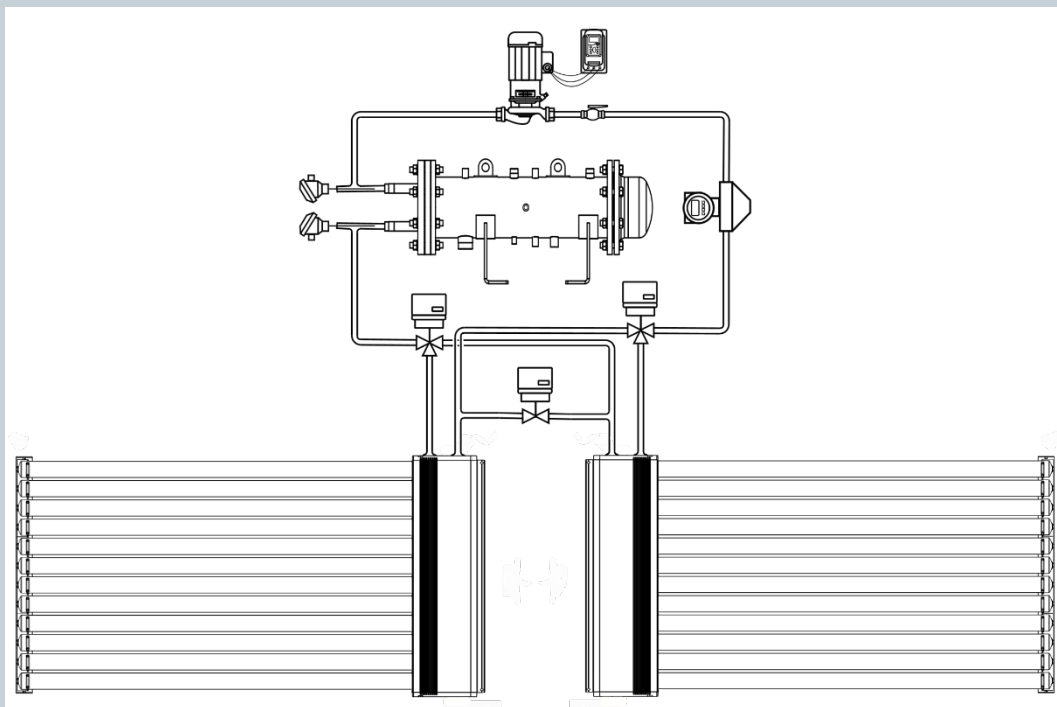
Calor sensible vs Calor latente



desventajas

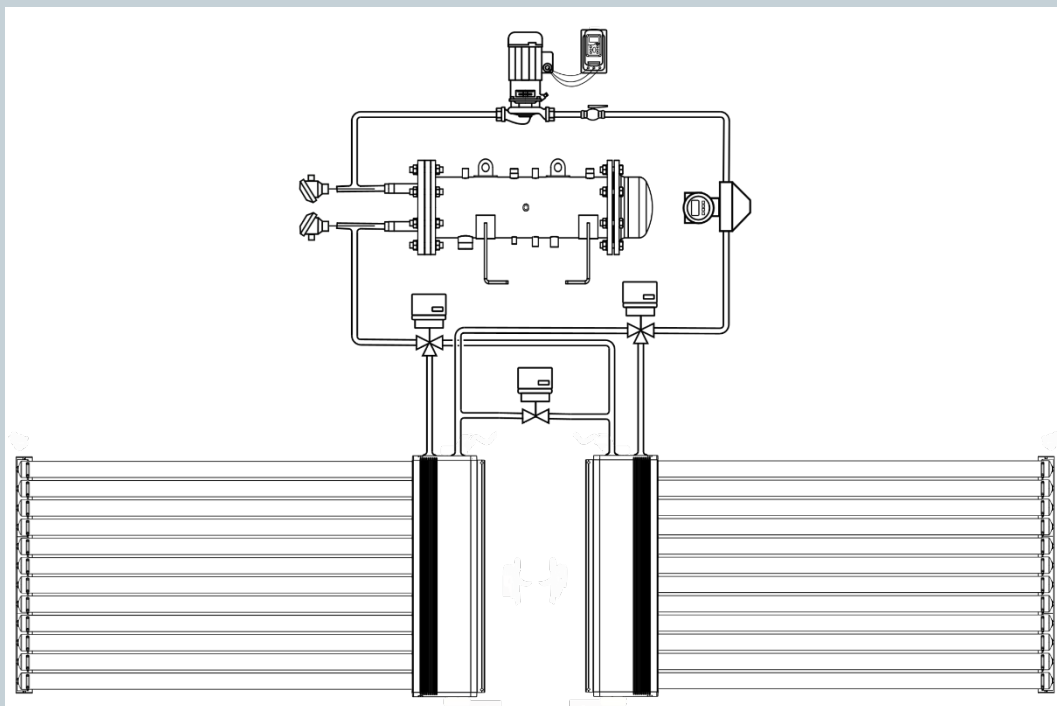
- Baja conductividad térmica
- Baja transferencia de calor

Instalación solar



- **Fluido de trabajo:** agua pura @ 6 bar
- **Circuito hidráulico flexible:** 1-4 colectores con superficie modulable

Instalación solar



PCM



RT70HC

$\rho_{solid} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	880 @ 15 °C
--	-------------

$\rho_{liquid} \text{ (kg/m}^3\text{)}$	770 @ 80 °C
---	-------------

$k \text{ (W/m} \cdot \text{K)}$	0.2
----------------------------------	-----

$c_p \text{ (J/kg} \cdot \text{K)}$	2000
-------------------------------------	------

<i>melting area</i>	69 °C – 71 °C
---------------------	---------------

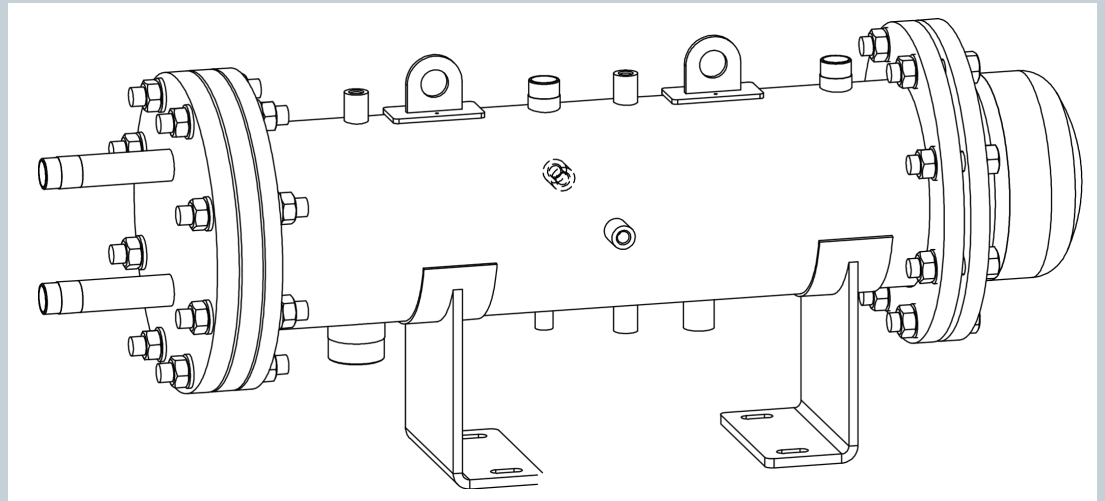
<i>heat storage</i> @ [62 – 77 °C]	$\approx 200 \text{ MJ/m}^3$
---------------------------------------	------------------------------

Instalación solar



Instalación solar

SISTEMAS DE ACUMULACIÓN



Número de tubos: 12

Instalación solar

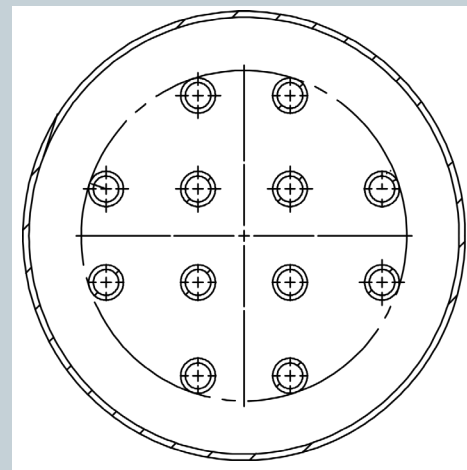


SISTEMAS DE ACUMULACIÓN



Tubo liso

- ✓ Capacidad PCM: 30 kg
- ✓ Capacidad de almacenamiento: 2.7 kWh



Instalación solar

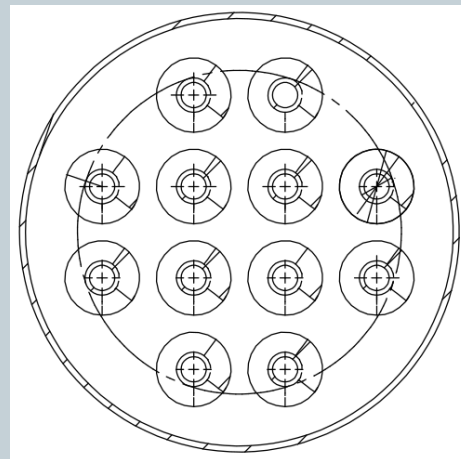


SISTEMAS DE ACUMULACIÓN



tubo aleteado

- ✓ Capacidad PCM: 30 kg
- ✓ Capacidad de almacenamiento: 2.7 kWh
- ✓ Altura aleta: 10 mm
- ✓ Paso: 6 mm



Instalación solar

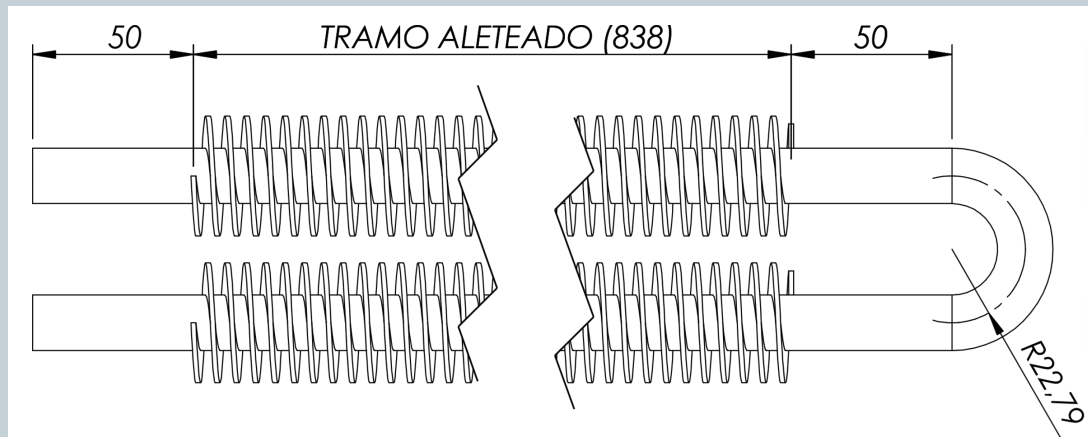


SISTEMAS DE ACUMULACIÓN



tubo aleteado

- ✓ Capacidad PCM: 30 kg
- ✓ Capacidad de almacenamiento: 2.7 kWh
- ✓ Altura aleta: 10 mm
- ✓ Paso: 6 mm



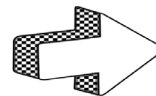
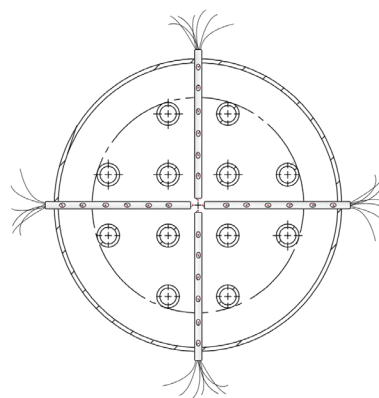
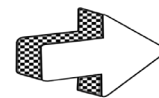
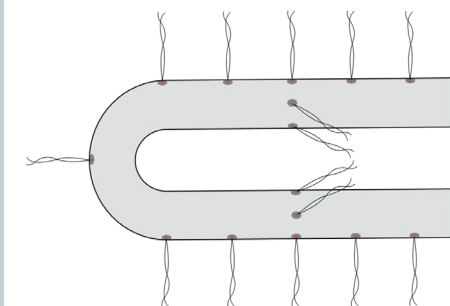
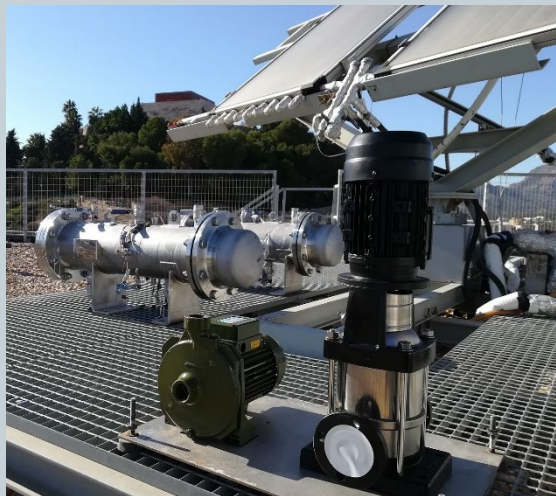
Instalación solar



INSTRUMENTACIÓN



Tubo liso & Tubo aleteado

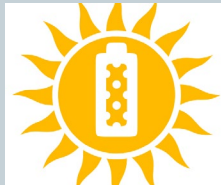


Instalación solar

SISTEMAS DE ACUMULACIÓN



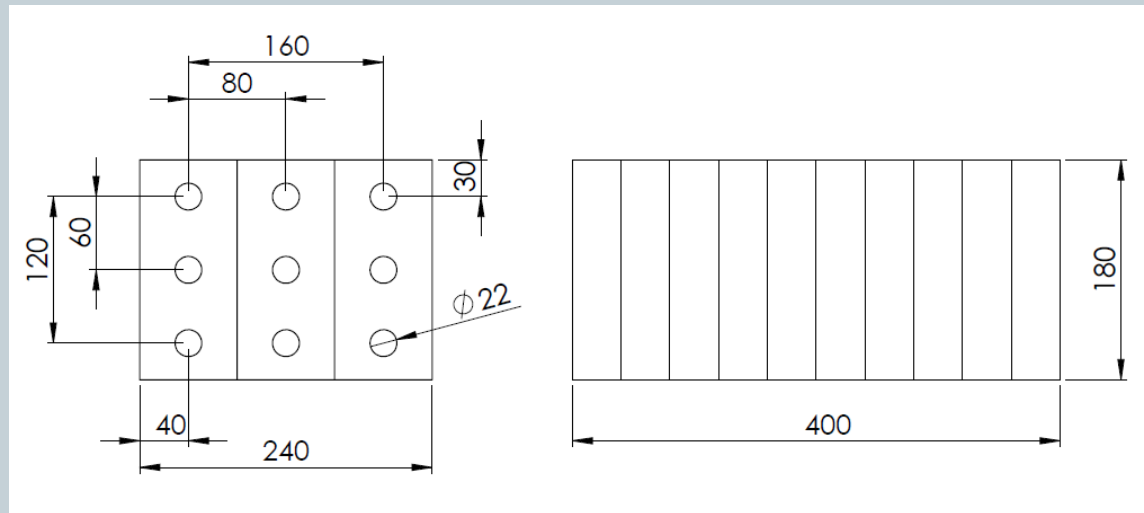
WUST (Polonia)



ACCUSOL

Espumas metálicas

- ✓ Capacidad PCM: 16 kg
- ✓ Capacidad de almacenamiento: 1.5 kWh
- ✓ Distribución bloques: 3 x 10

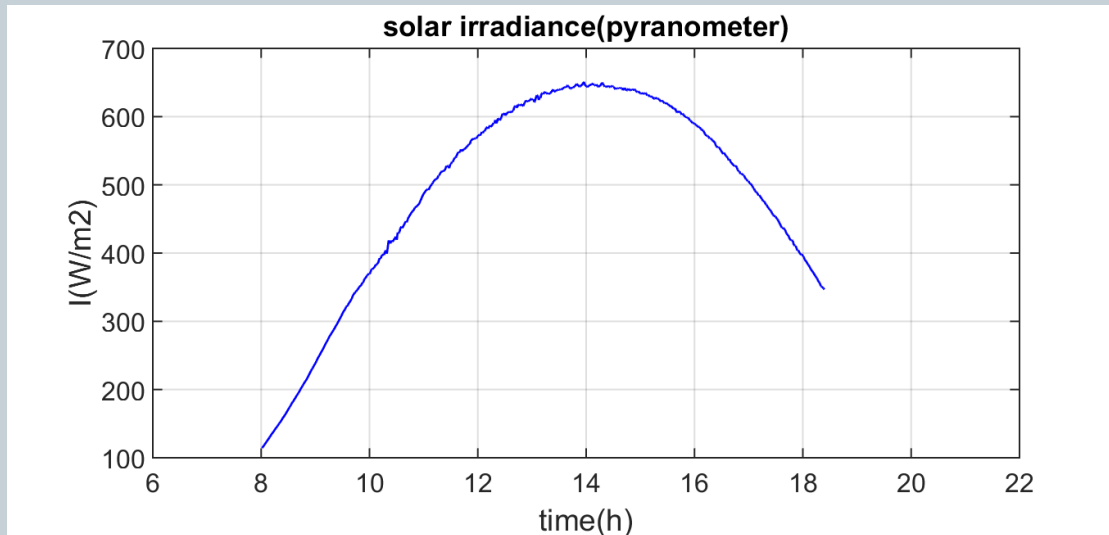


Número de bloques: 30

Resultados

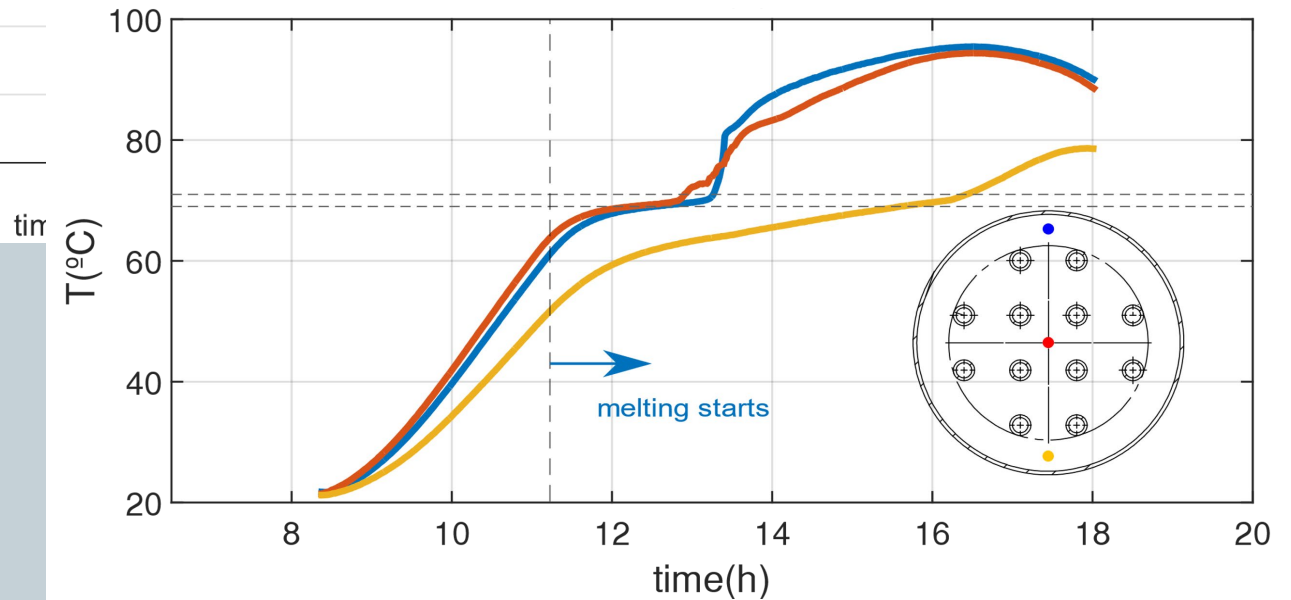
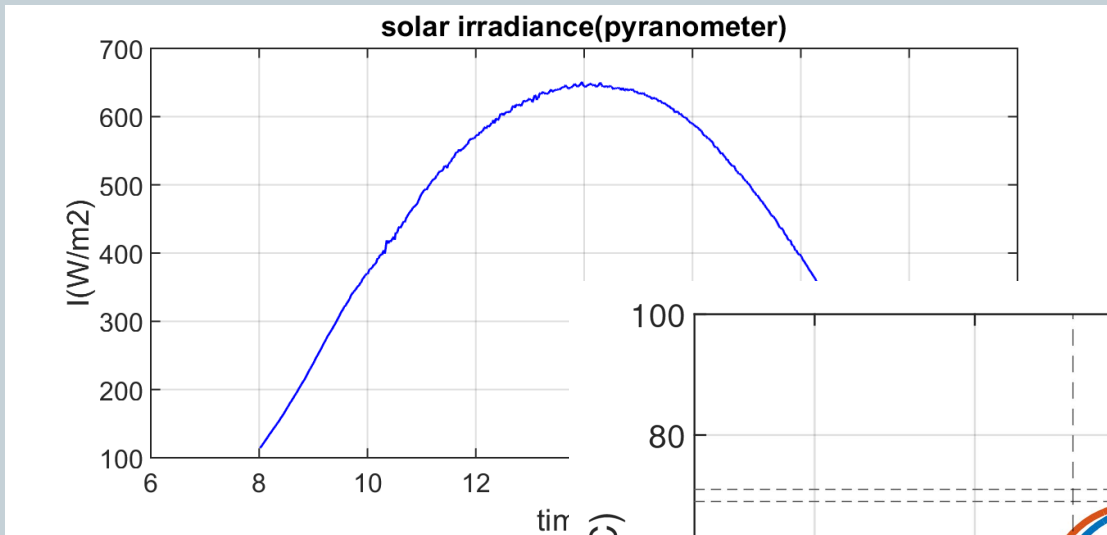


DISTRIBUCIÓN TEMPERATURA PCM



Resultados

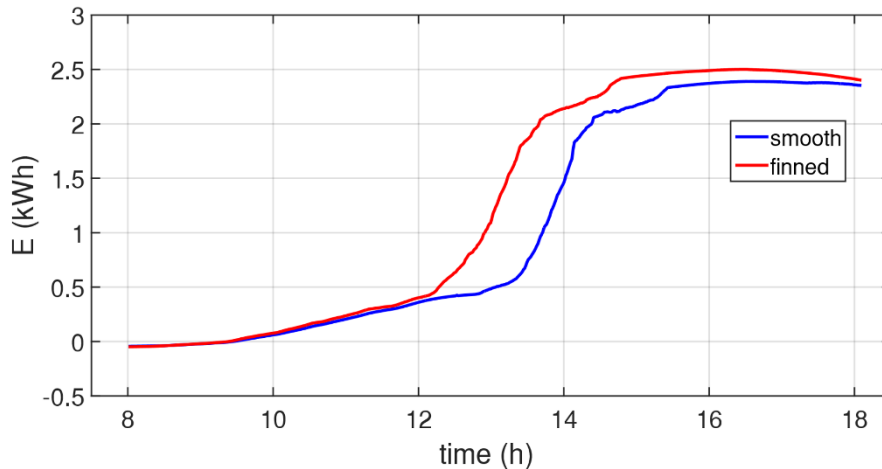
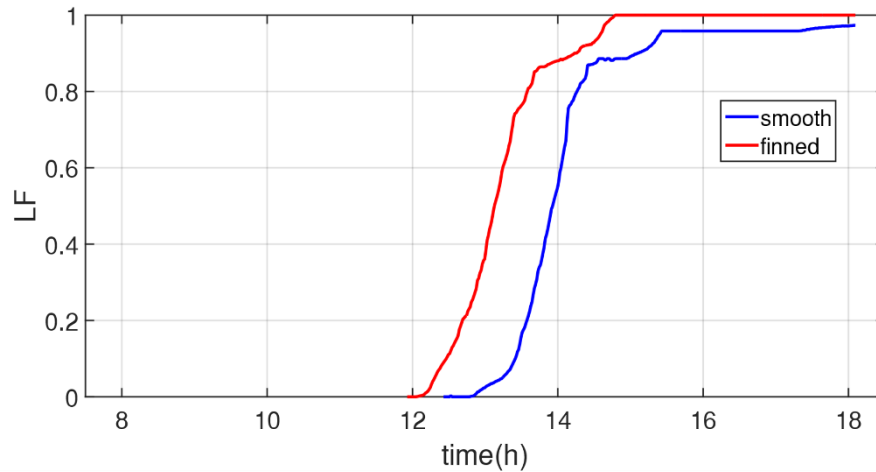
DISTRIBUCIÓN TEMPERATURA PCM



Resultados



ENERGÍA ALMACENADA Y FRACCIÓN LÍQUIDA



$$\beta = \begin{cases} 0 & T < T_S \\ 1 & T > T_L \\ \frac{T - T_S}{T_S - T_L} & T_S < T < T_L \end{cases}$$

$$(I) \quad E^j = m c_p (T^j - T^{j-1})$$

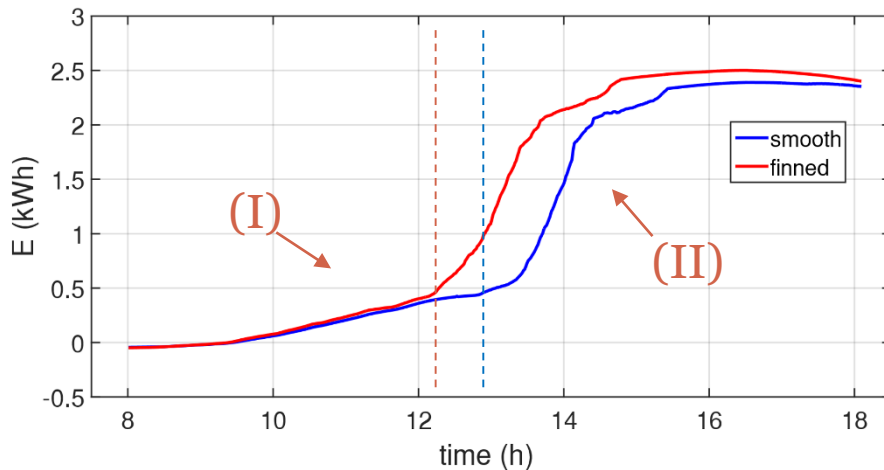
$$(II) \quad E^j = m \lambda \left(\frac{T^j - T_S}{T_S - T_L} \right)$$

Resultados

ENERGÍA ALMACENADA Y FRACCIÓN LÍQUIDA

$$\beta = \begin{cases} 0 & T < T_S \\ 1 & T > T_L \\ \frac{T - T_S}{T_S - T_L} & T_S < T < T_L \end{cases}$$

$$\beta = \begin{cases} 0 & T < T_S \\ 1 & T > T_L \\ \frac{T - T_S}{T_S - T_L} & T_S < T < T_L \end{cases}$$



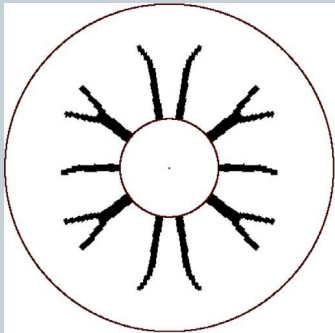
$$(I) \quad E^j = m c_p (T^j - T^{j-1})$$

$$(II) \quad E^j = m \lambda \left(\frac{T^j - T_S}{T_S - T_L} \right)$$

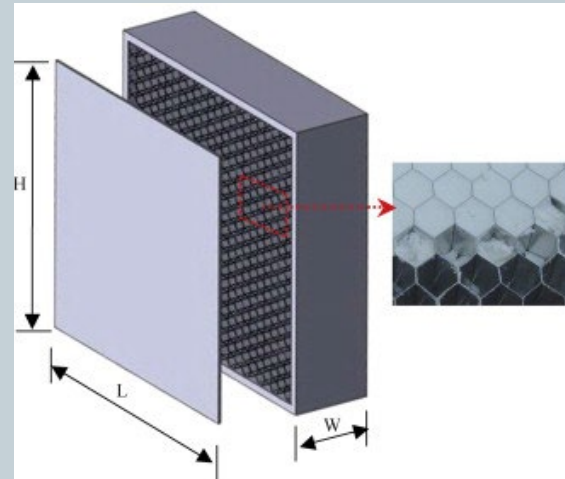
Discusión



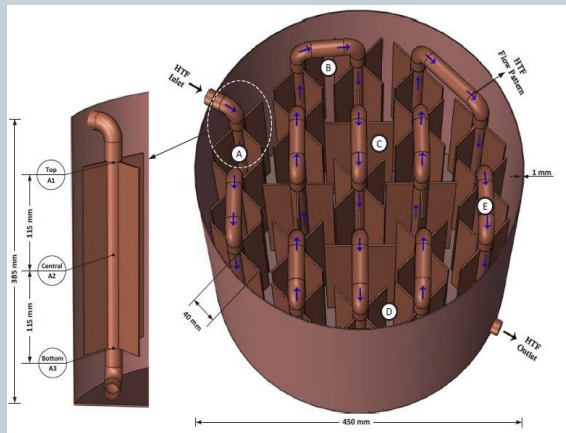
MÉTODOS PASIVOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR



Fuente: Pizzolato et al. 2017



Fuente: Lai and Hokoi 2014



Fuente: Khan and Khan 2017

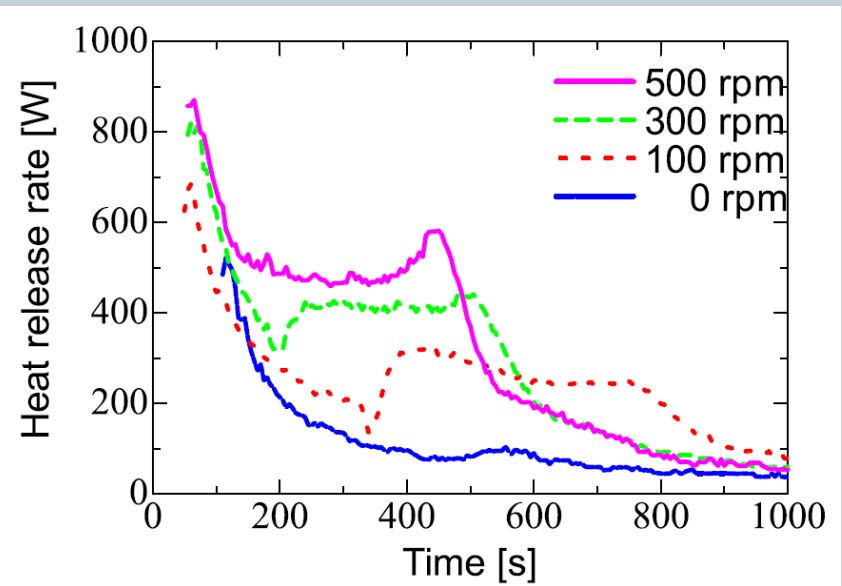
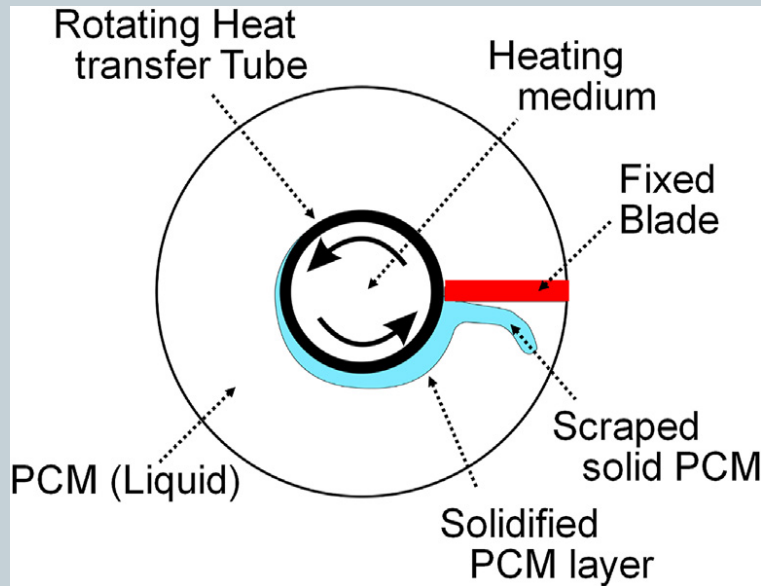


Fuente: Zhou and Zhao 2010

Discusión



MÉTODOS ACTIVOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR



Fuente: Maruoka et al. 2020

Conclusiones



- Demostración de la existencia de estratificación en sistemas LTES
- Se ha cuantificado la Fracción Líquida y la Energía Almacenada
- Evaluación de la importancia de técnicas de mejora de transferencia de calor
- Presentación de técnicas activas de mejora de transferencia de calor

Agradecimientos

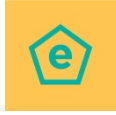
MCI/AEI/FEDER,UE por el apoyo financiero del proyecto ALTES: "Almacenamiento de energía térmica latente mediante técnicas activas", Ref. PGC2018-100864-B-C21



MINISTERIO
DE CIENCIA, INNOVACIÓN
Y UNIVERSIDADES



UNIÓN EUROPEA
FONDO EUROPEO DE
DESARROLLO REGIONAL
"Una manera de hacer Europa"



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) 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