INSHIP

EUROPEAN COMMON
RESEARCH AND INNOVATION AGENDA

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

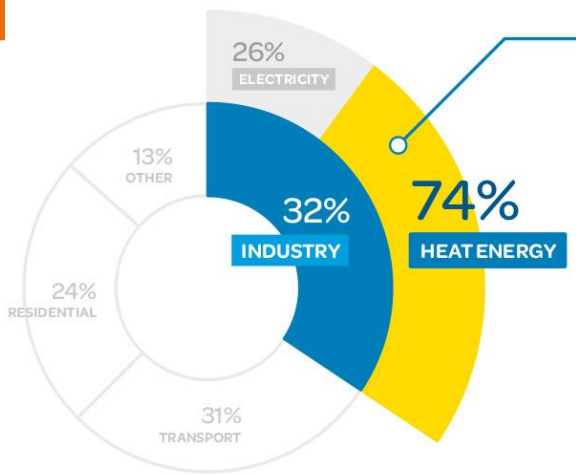
INSHIP

Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes

Ciemat
Lourdes González Martínez
(lourdes.gonzalez@ciemat.es)

WORKSHOP NACIONAL PROYECTO 'INSHIP'

Industry is the largest consumer of energy worldwide



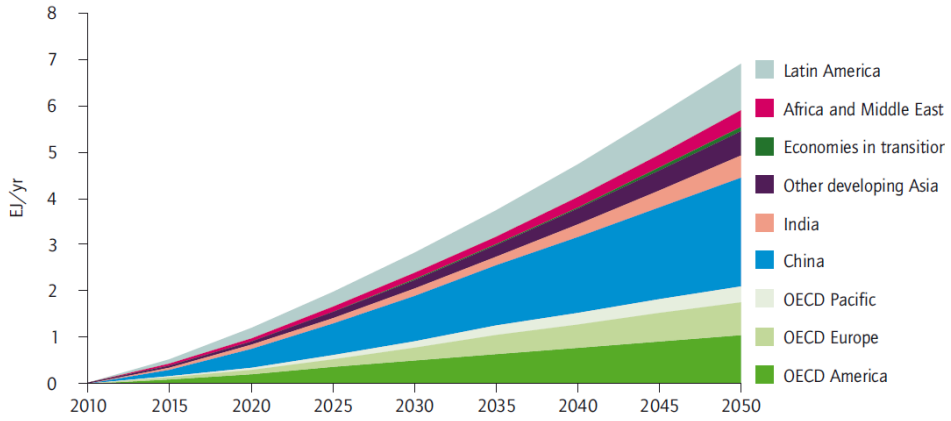
74% of energy used in industry is in the form of heat.

HEAT INTENSIVE INDUSTRIES:

- Cement
- Chemicals
- Desalination
- Food & Beverage
- Metals & Minerals
- Oil & Gas
- Other Fuels
- Pulp & Paper
- Textiles

Source: International Energy Administration (IEA)

Figure 14: Potential for solar thermal industrial process heat (Exajoule/yr)



88 MWth

(0.3%)

Análisis DAFO

DEBILIDAD

- El desarrollo de soluciones innovadoras 100% renovable en procesos de calor solar requiere **voluntad y el compromiso** de la **industria**.
- Es obligatorio realizar **estudios Exergéticos** (apropiados niveles de temperatura).
- Esto supone extra costes (**Capex**) para la industria

AMENAZA

- Sistemas de **financiación**
- Implicación de los **proveedores**, de la **industria** y de los **inversores**
- **Garantías**, **seguros**, **funcionamiento**.

FORTALEZA

- La integración de procesos permite un **análisis** minucioso de:
  - la **demanda de energía de las industrias**,
  - los **perfiles de carga** y
  - los **niveles de temperatura** de los procesos, y por tanto de la elaboración de medidas de **rendimiento energético**.

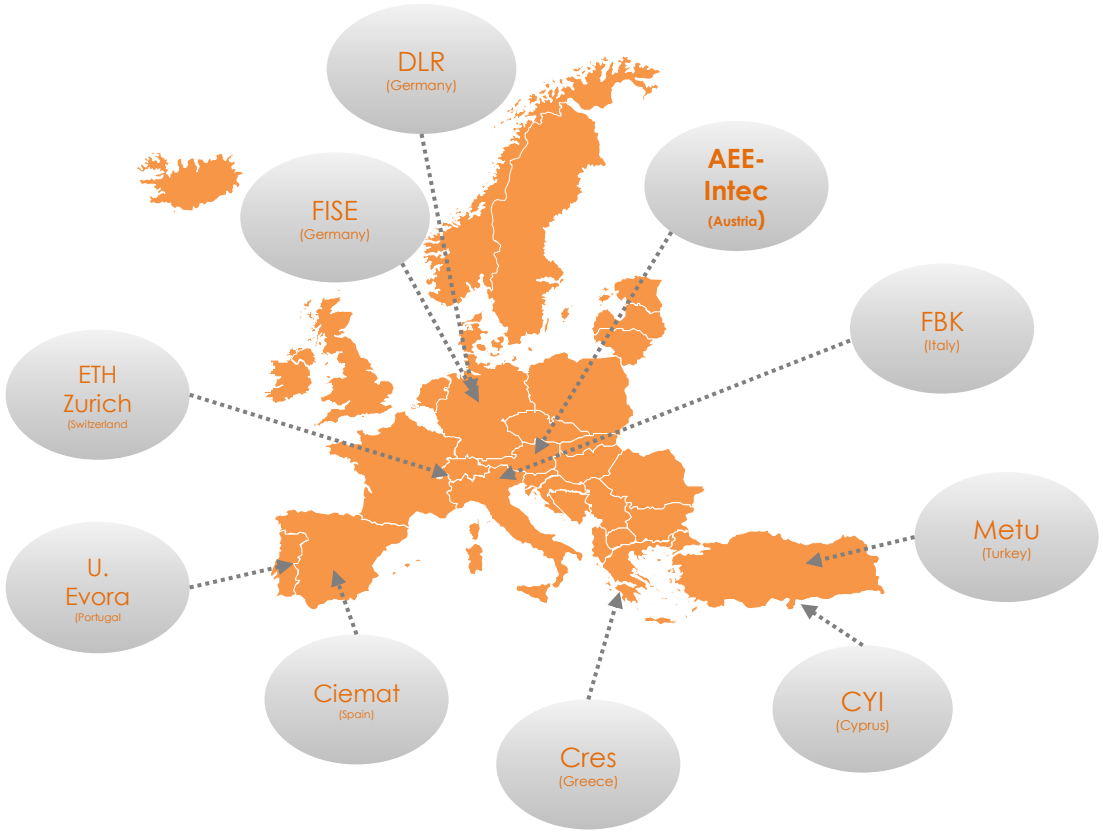
OPORTUNIDAD

- El **50% de la demanda de calor** en los procesos industriales podría satisfacerse con un origen **100% renovable** (energía solar térmica, tecnologías de biogás y biomasa, bombas de calor, etc).
- Las medidas de eficiencia energética **pueden llevar a un ahorro medio entre 8–10% en 5 años**.

WP5 Hybrid energy systems and emerging process technologies

Sistemas hibridos de energía y
tecnologías de procesos emergentes.

Coordinador : **AEE Institute for Sustainable Technologies (AEE INTEC).**



Duración: **48 meses**.

Objetivo: El **desarrollo de soluciones innovadoras 100% renovables**, que puedan utilizar el **sol como fuente de energía primaría para calor de procesos**.

5.1 Integración de procesos y gestión de almacenamiento

5.2 Tecnologías de procesos emergentes

5.3 Sistemas híbridos de suministro de energía

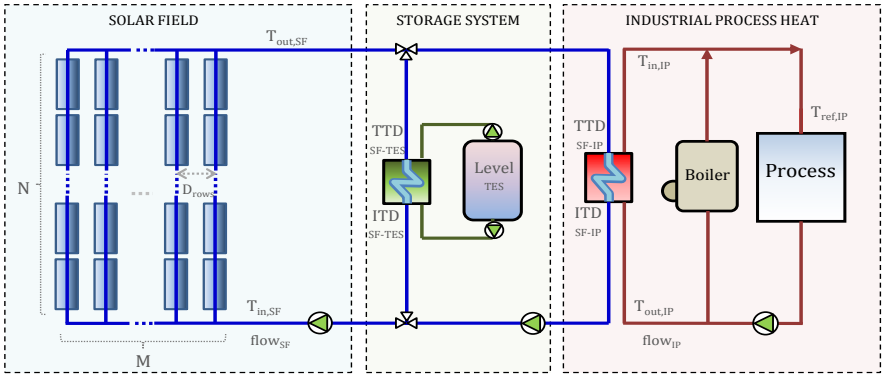
5.4 Parques industriales y redes de distribución de calor

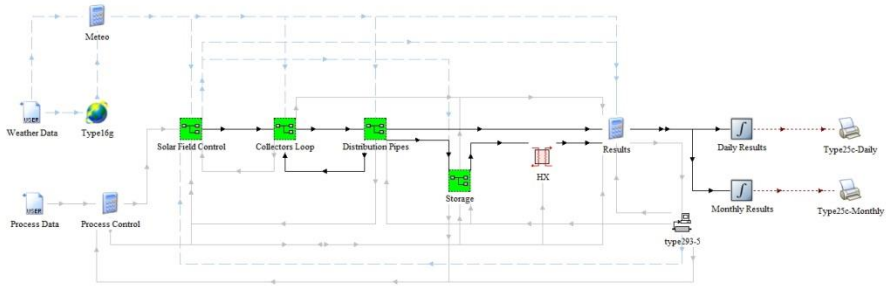
5.5 Concepto 100% RES

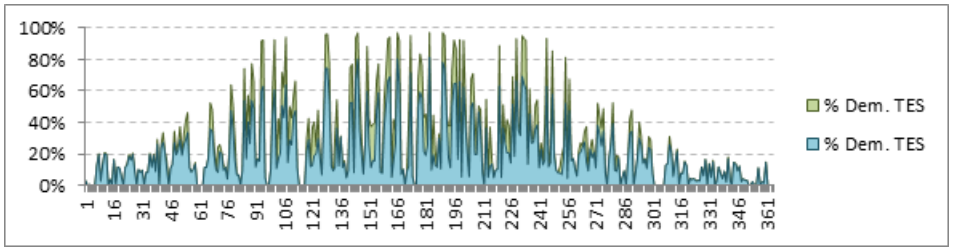
- **Reutilización del calor residual de la industria**
- **Integración de sistemas de almacenamiento térmico.**
- **Determinación de tecnologías emergentes (intensificación de procesos).**
- **Soluciones 100% renovables combinando biomasa/biogás, bombas de calor, etc.**
- **Desarrollo de redes de distribución de calor en parques industriales**
- **Descarbonización completa de la industria.**

	Year 2017				Year 2018				Year 2019				Year 2020			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
WP5: Hybrid energy systems and emerging process technologies		M5.3						M5.1;5.2								
Task 5.1: Process integration and storage management												D5.1				
Task 5.2: Emerging process technologies (process intensification)														D5.2		
Task 5.3: Hybrid energy supply systems																D5.4;5.6
Task 5.4: Industry parks and heat distribution networks								D5.3								D5.5
Task 5.5: 100% RES branch concepts																D5.7

5.1.1 Desarrollo de modelo para integración de procesos







Centros de investigación: AEE INTEC, CIEMAT, CRES, UEVORA

Tecnología: Desarrollo de una metodología para integración optimizada de SHIP.

Sector Industrial: Todos

RETO

Aumentar la eficiencia en la entrega del calor solar mediante el modelizado de la integración de procesos, incluyendo medidas de rendimiento energético, almacenamiento térmico y recurso solar.

LINEAS DE DESARROLLO

Logros:

- configuración de una nueva metodología basada en "Pinch analisis" e integración en el programa SolarSOCO.
- ensayo y validación de los modelos de simulación. Simulación de aplicaciones a procesos específicos, con un sistema de almacenamiento novedoso.

BENEFICIOS ESPERADOS

Significativo aumento del calor solar de procesos industriales, mediante la combinación de la recuperación del calor residual y otras fuentes de energía renovables.

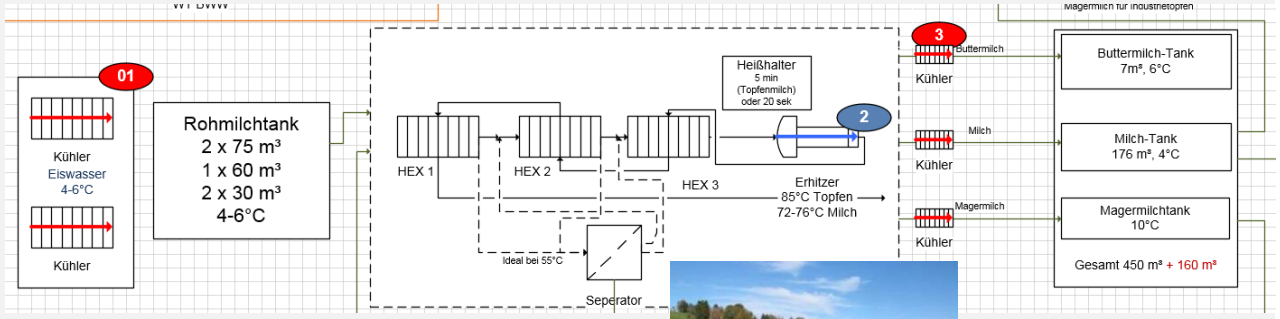
5.1.1 Caso de estudio.

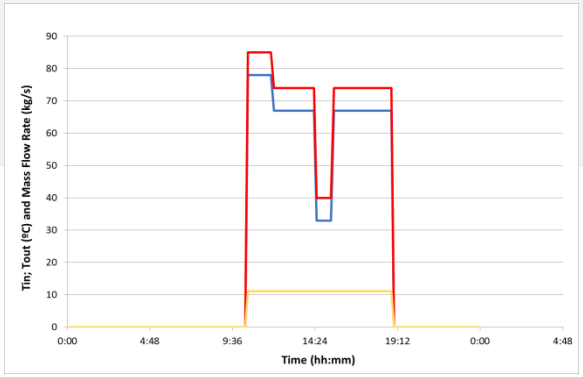
Fabrica de pasteurización

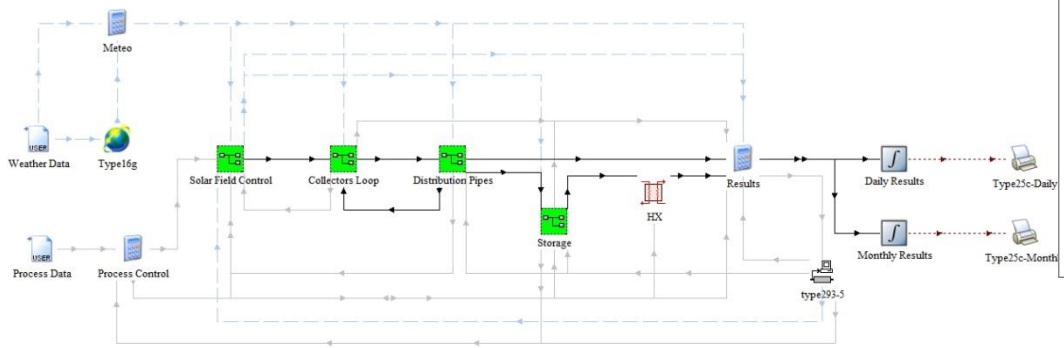
Localización: Gratz (Suiza)

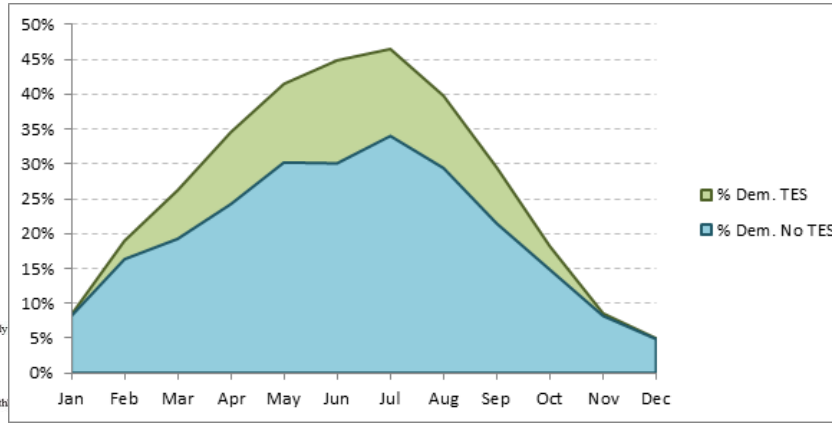
Sector Industrial: Productos lácteos

Suministro de energía térmica para el pasteurizado de la leche (40-85ºC), con sistema de alm. térmico con PCM



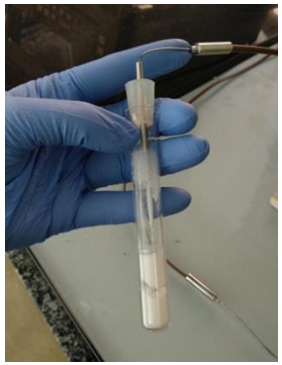






CIEMAT: Porcentaje de energía suministrada al proceso industrial de origen solar, con y sin almacenamiento

5.1.2 Desarrollo de modelo de simulación de sistema de almacenamiento térmico para la industria



CIEMAT: Ensayos experimentales de PCMs

Name	Pentaglycerine (PG)	Pentaerythritol (PE)
Formula & molecular weight	$C_5H_{12}O_3$ (120 g/mol)	$C_5H_{12}O_4$ (136 g/mol)
Melting temperature	198 ºC	260 ºC
Latent heat of melting	45.25 kJ/kg	36.9 kJ/kg
Entropy of melting	11.53 J/mol K	9.42 J/mol K
S-S Transition temperature	81 ºC	184-185 ºC
S-S transition latent heat	192 kJ/kg	303 kJ/kg
S-S transition entropy	65.31 J/mol K	89.5 J/mol K

Centros de investigación: FISE, CIEMAT, METU, UEVORA

Tecnología: Desarrollo nuevos sistemas de almacenamiento térmico para integrar en procesos industriales.

Sector Industrial: Todos

RETO

Aumentar la eficiencia en la entrega del calor solar mediante el modelizado de la integración del proceso industrial, **incluyendo nuevos conceptos de almacenamiento** térmico.

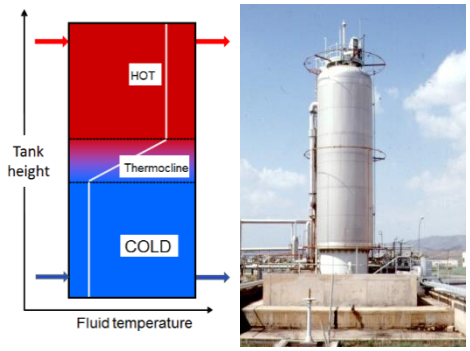
LINEAS DE DESARROLLO

Logros: Estudio de nuevos medios de almacenamiento (PCM + pentaglicerina/ pentaeritritol).

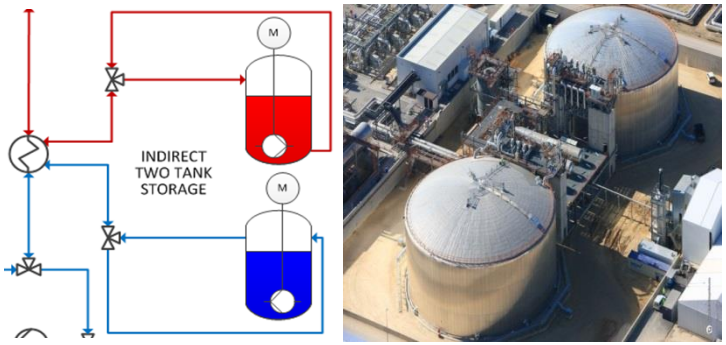
BENEFICIOS ESPERADOS

✓ Integración de nuevos conceptos de almacenamiento en determinados procesos industriales

5.1.2 Desarrollo de modelo de simulación de sistema de almacenamiento térmico para la industria



Tanque termoclino



Doble tanque

Centros de investigación: FISE, CIEMAT, METU, UEVORA

Tecnología: Desarrollo nuevos sistemas de almacenamiento térmico para integrar en procesos industriales.

Sector Industrial: Todos

RETO

Aumentar la eficiencia en la entrega del calor solar mediante el modelizado de la integración del proceso industrial, **incluyendo nuevos conceptos de almacenamiento** térmico.

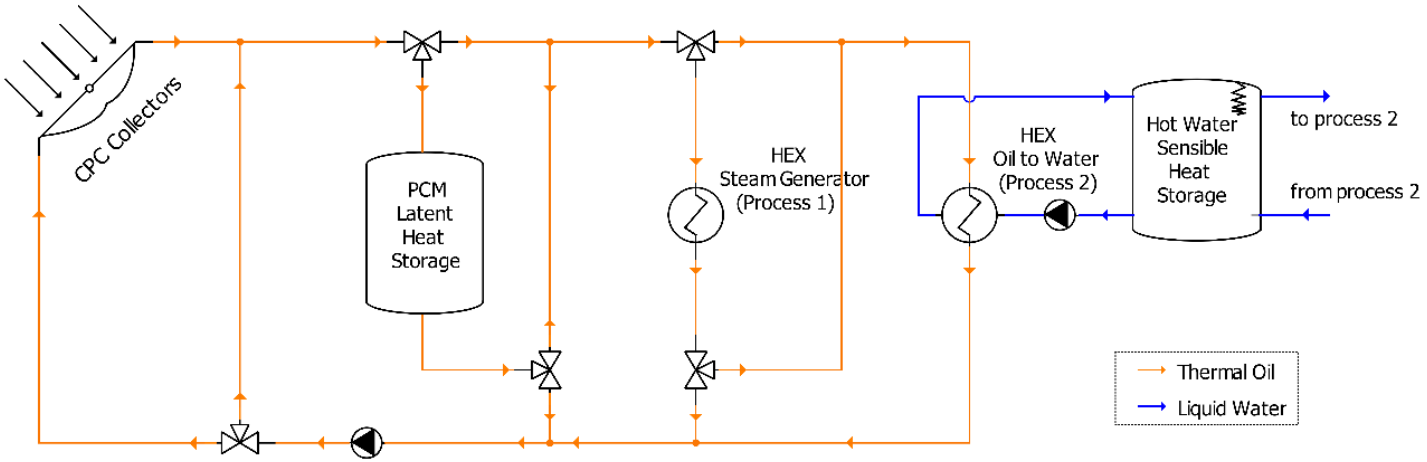
LINEAS DE DESARROLLO

Logros: Descripción de los modelos de simulación de sistemas de almacenamiento desarrollados por los diferentes centros (calor sensible, termoclinos, PCM, etc.).

BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Integración de nuevos conceptos de almacenamiento en determinados procesos industriales

5.1.2 Caso Práctico.



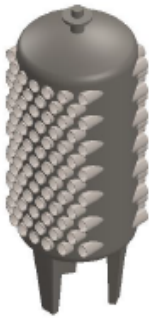
UEVORA_Case Study -Process heat Installation in KEMET (Évora) **In-kind project SHIP (P2020)**

SOLAR HEAT FOR INDUSTRIAL PROCESSES

Esquema del sistema del sistema de demostración, así como del sistema de almacenamiento y una fotografía del captador solar montado en la instalación KEMET Electronics (Évora, Portugal).

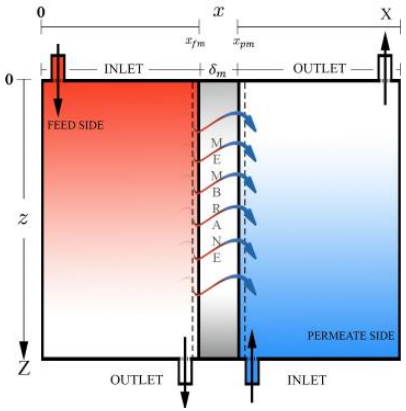
PCM Storage Tank 3D Model

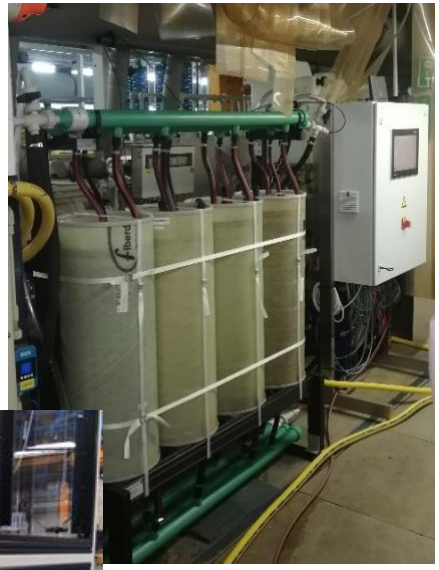
Volume	**~ 650 l**
PCM Material *	$C_6H_{10}O_4$ Adipic Acid

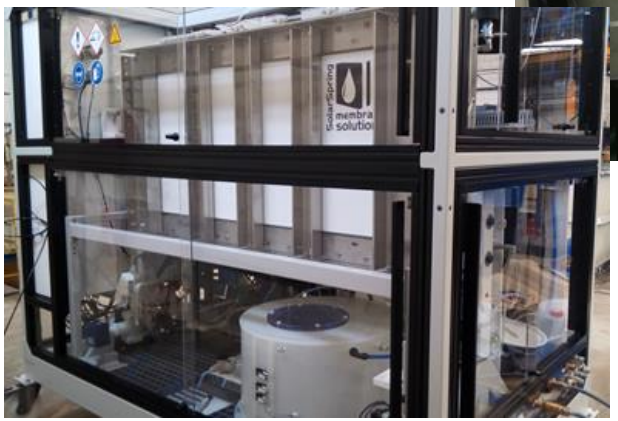


Demostrar la integración de tecnologías solares con almacenamiento térmico, de media temperatura, en procesos industriales, mediante el diseño, instalación, ensayo y validación de un sistema experimental .

5.2.1 Uso de destilación por membrana como tecnología de separación







AEE INTEC. *DCMD Planta piloto en AT&S Austria.*

RETO

Identificación de procesos industriales que pueden ser intensificados con el desarrollo de nuevas tecnologías que usan calor o radiación solar, en este caso la **destilación por membrana**.

LINEAS DE DESARROLLO

Logros: Demostración de la combinación de tecnologías de destilación por membranas (MD) y diálisis por difusión (DD) para el tratamiento de aguas de la industria del galvanizado, con el objetivo de recuperar acido sulfúrico (85-100%) y cobre (85%).

Centros de investigación : AEE INTEC, CIEMAT y FISE

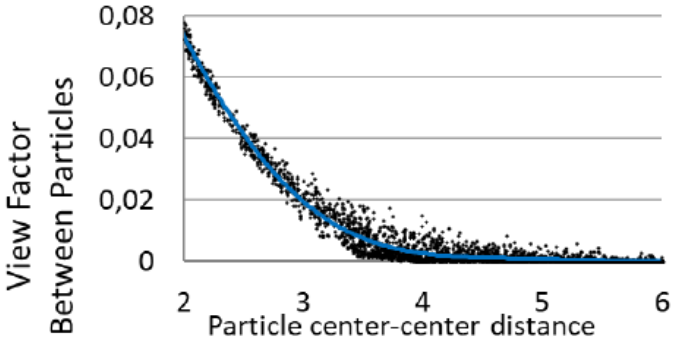
Tecnología: destilación por membrana

Sector Industrial: galvanotécnia, PCB, desalinización, plantas de tratamiento de aguas residuales (WWTPs), biogás

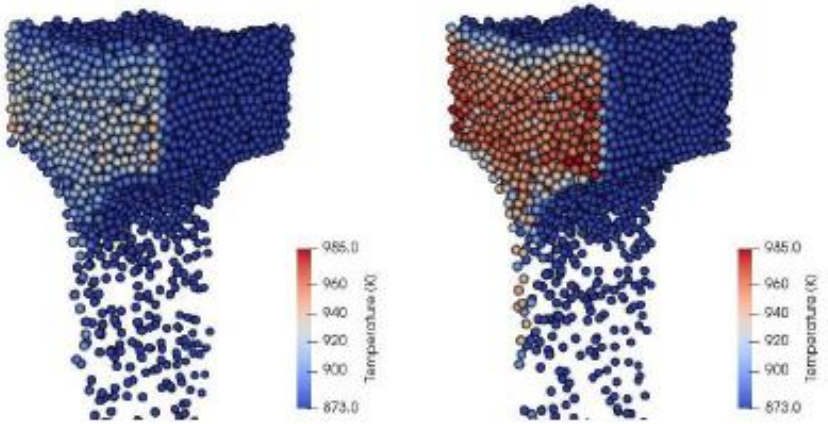
BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Desarrolladores: tecnologías emergentes
- ✓ Usuarios finales: uso de calor residual/solar térmico y reducir el opex

5.2.2 Desarrollo y caracterización de un intercambiador de calor granular.



METU. *Validación del modelo de CFD+DEM con datos experimentales .*



Centros de investigación: METU

Tecnología: Intercambiador de calor

Sector industrial: energía

RETO

Identificación de procesos industriales que pueden ser intensificados con el desarrollo de nuevas tecnologías que usan calor solar, en este caso el desarrollo de un **intercambiador de calor de flujo granular.**

LINEAS DE DESARROLLO

Logros: Desarrollo de un modelo predictivo para transferencia de calor utilizando un Método de Elementos Discretos (DEM) y Dinámica Computacional de fluidos (CFD.

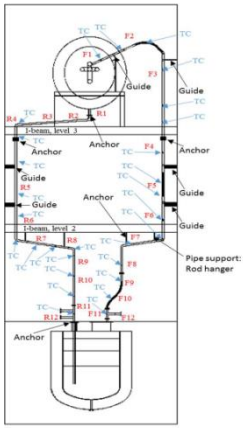
En curso Desarrollo de un experimento que verifique la transferencia de calor.

Previsto: Desarrollo y caracterización de un intercambiador de calor indirecto de flujo granular denso para aplicaciones industriales de alta temperatura que usen partículas.

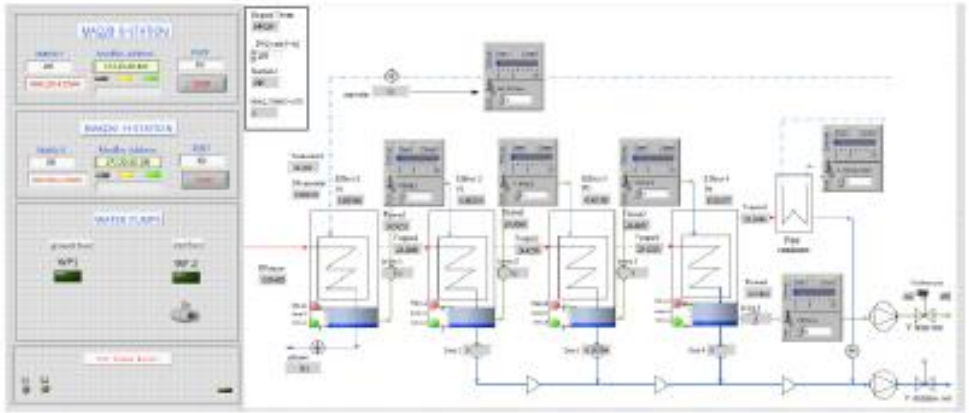
BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Desarrolladores: tecnologías emergentes
- ✓ Usuarios finales: uso de calor residual/solar térmico y reducir el opex

5.2.3 Destilación de efecto multiple e intensificación de procesos por integración con plantas CSP.



CYI. *MED planta piloto en Proteas .*



Centros de investigación: CYI

Tecnología: MED + CSP

Sector industrial: energía, desalinización

RETO

Identificación de procesos industriales, en este caso la **Destilación por Múltiple Efecto** (MED), que puede ser intensificada mediante la **integración con una central termosolar**.

LINEAS DE DESARROLLO

Logros: Destilación de Múltiple Efecto (MED) e intensificación del proceso mediante integración con plantas CSP, a través de la recuperación del calor residual de la planta.

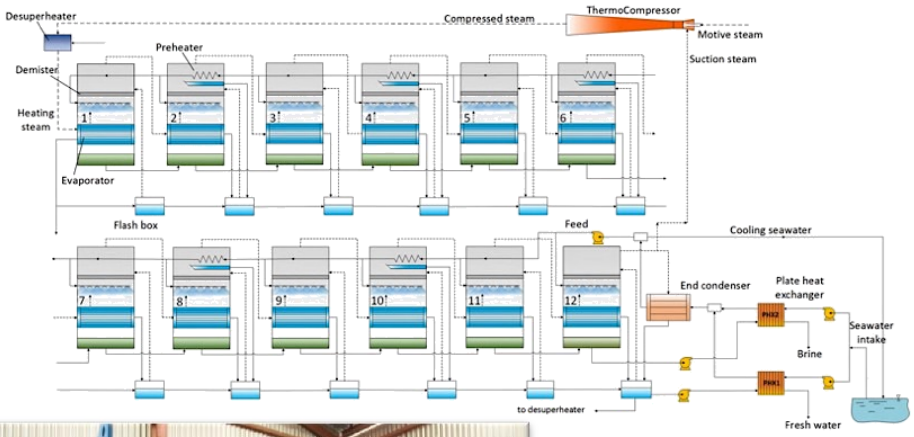
Identificación de las fuentes de calor residual en plantas CSP.

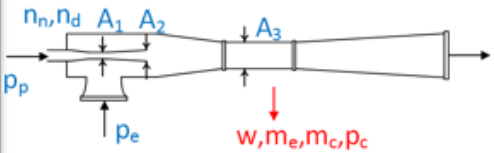
Ensayos para caracterizar el funcionamiento y rendimiento de un precalentador de aire caliente.

BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Desarrolladores: tecnologías emergentes
- ✓ Usuarios finales: uso de calor residual/solar térmico y reducir el opex

5.3.1 Tecnologias para la combinación de Energía Solar Térmica y bombas de calor.





Centros de investigación : INTEC, FISE y CIEMAT

Tecnología: sistemas solar-térmicos, bombas de calor

Sector Industrial: todos.

RETO

La **incorporación de bombas de calor** como una de las opciones **para complementar al calor solar de proceso** y conseguir **sistemas energéticos 100% renovables**

LINEAS DE DESARROLLO

En curso investigadora en el campo de la incorporación de bombas de calor a procesos de destilación térmica de baja temperatura, tales como la destilación multiefecto, con objeto de incrementar la eficiencia energética global del proceso.

Previsto: Contemplar como opciones viables: eyectores de vapor (TVC-MED), bombas de absorción (ABS-MED) y bombas de compresión mecánica (MVC-MED)

BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Determinar los beneficios de la hibridación en la generación de energía en la industria, como un paso previo al suministro 100% renovable,

5.3.2 Optimización de la hibridación de suministros.

Pasteurización de leche. Gratz (Suiza)

Pasta. Predazzo (Trento, Italia)

Centros de investigación : CRES, FBK y CIEMAT

Tecnología: sistemas solar-térmicos, biomasa, bombas de calor

Sector Industrial: todos.

RETO

Análisis del funcionamiento **de sistemas híbridos** de suministro de energía, basados en evaluaciones técnicas y económicas, **utilizando simulaciones y cálculos.**

LINEAS DE DESARROLLO

En curso Identificación de los casos de estudio y sus perfiles de demanda, para diferentes procesos industriales.

Previsto: Definición de los indicadores clave del funcionamiento y desarrollo de los modelos dinámicos de simulación. Realización del análisis de funcionamiento de los sistemas y la comparativa con los sistemas convencionales.

BENEFICIOS ESPERADOS

- ✓ Determinar los beneficios de la hibridación en la generación de energía en la industria, como un paso previo al suministro 100% renovable,

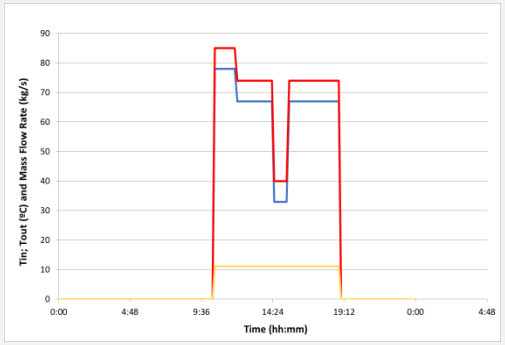
5.3.2 Óptización de la hibridación de suministros. Casos de estudio

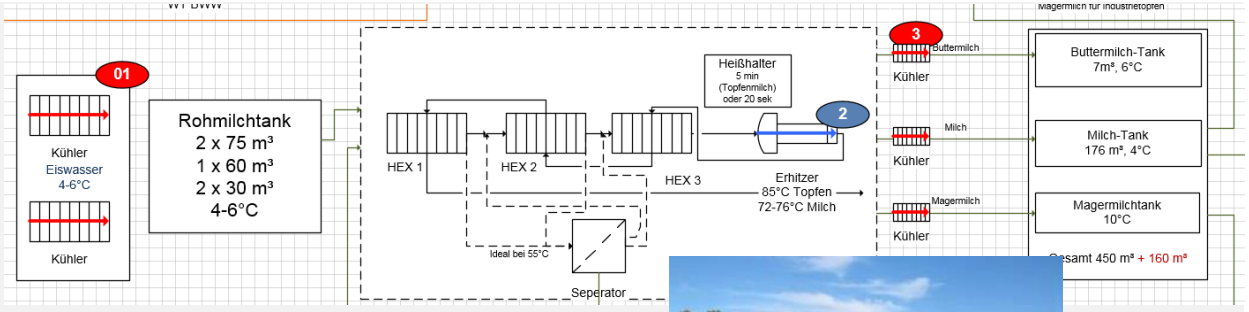
Fabrica de pasteurización

Localización: Gratz (Suiza)

Sector Industrial: Productos lácteos

Suministro de energía térmica para el pasteurizado de la leche (40-85 °C)





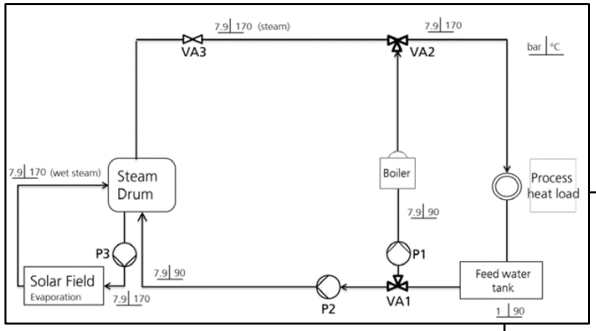
Felicetti

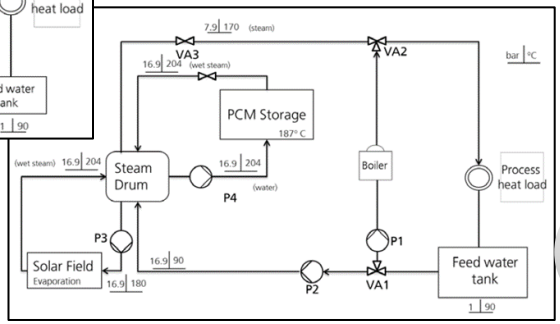
Localización: Trento (Italia)

Sector Industrial: Pasta

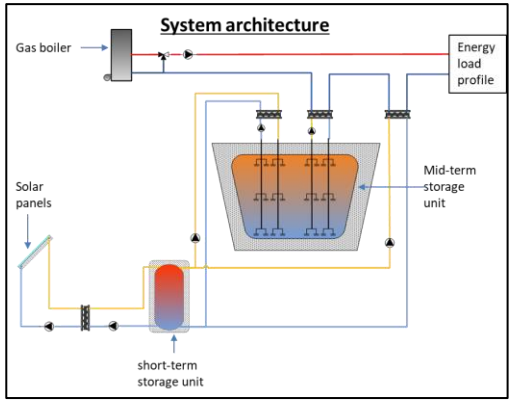
Suministro de energía térmica para el proceso de presecado (40-105 °C) y secado de la pasta. (60-75 °C)

5.4.1 Metodología para la evaluación técnica y economica de sistemas de distribución de calor en parques industriales.





FISE. *Comparación de sistemas de almacenamiento*



CEA. *Arquitectura del sistema modelizado.*

Centros de Investigación: CEA, FISE, AEE Intec, CYI

Tecnología: Desarrollo de metodología

Sectores industriales: Todos.

RETOS

Desarrollo de **métodos para evaluar la contribución de la energía solar en el mix energético.**

Evaluar la rentabilidad de **integrar un sistema solar térmico en una red de distribución de calor** en un parque industrial.

LINEAS DE DESARROLLO

Desarrollo de modelos :

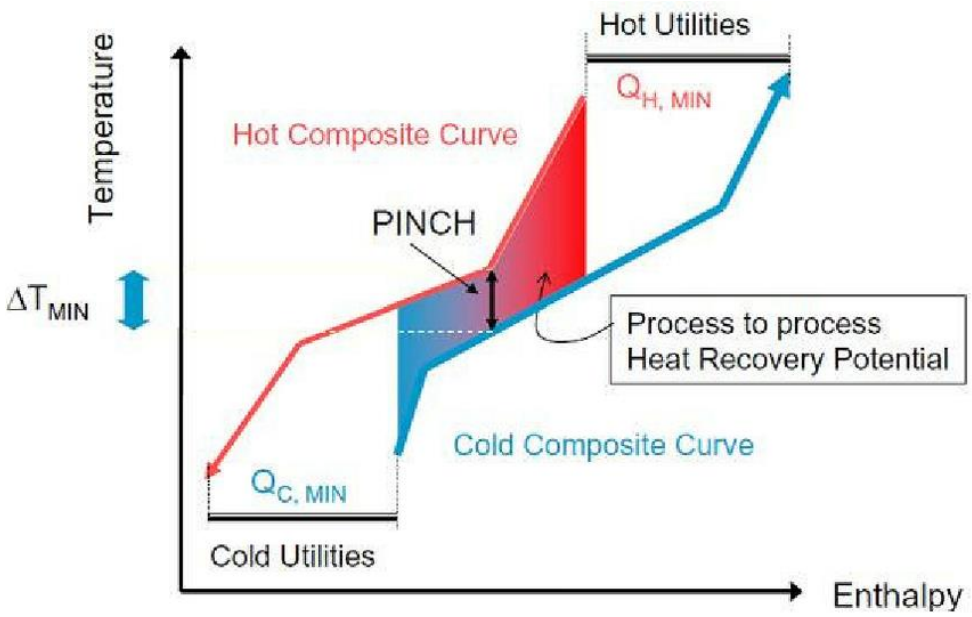
- Energía anual captada
- Integración de almacenamiento térmico
- Modelo de negocio.
- Aproximación estocástica

En curso: generación de perfiles de carga y simulación de sistemas híbridos con energía solar

BENEFICIOS EXPERADOS

✓ Ofrecer resultados representativos que permitan a la industria optimizar de forma sencilla los sistemas solares térmicos.

5.4.2 Desarrollo y aplicación de métodos energéticos y exergéticos para el diseño y analisis de parques industriales.



Centros de Investigación: METU, FISE, AEE Intec, FBK

Tecnología: Desarrollo de metodología

Sectores industriales: Todos.

RETOS

Desarrollo de "Pinch analysis" para **optimizar el uso de la recuperación de calor residual y de la integración de energía solar térmica**, en procesos industriales.

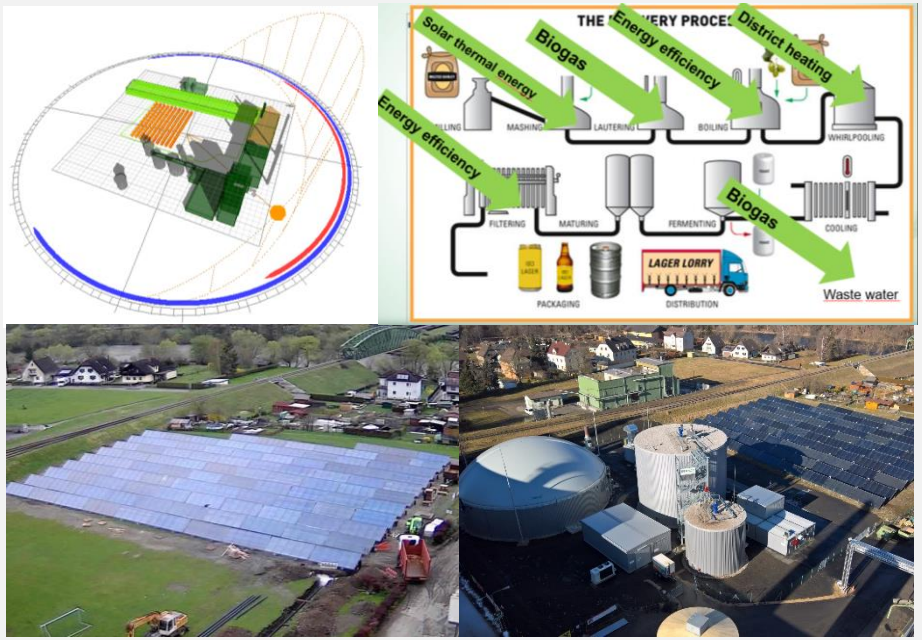
LINEAS DE DESARROLLO

En curso: Desarrollo de algunos "Pinch Analysis", considerando un campo solar como fuente de calor y realizando la evaluación del sistema basándose en tres criterios (potencia, energía y exergía).

BENEFICIOS EXPERADOS

- ✓ Ofrecer resultados representativos que permitan a la industria optimizar de forma sencilla el uso de los sistemas solares térmicos.

5.5.1Ejemplo real de generacion 100% renovable en la industria alimenticia: SolarBrew



SolarBrew- Gösser

Localización: Leoben (Austria)

Sector Industrial: Cervecera

Tecnologia: FPC + planta de biogás + red urbana de calor.

Área instalada: 1.500m² (FPC) + 200 m^3 almacenamiento de agua.

Coste de la instalación solar: 319,343.00 € (llave en mano: colectores, tuberías, almacenamiento, diseño, etc.).

RETOS

Primera cervecera del grupo Heineken libre de emisiones de CO_2

SOLUCIÓN

Se buscaba mejorar el rendimiento energético de la fabrica y para ello:

- Integración en la red de calor de otra fabrica de productos lácteos de la localidad.
- Construcción de un sistema solar de captadores planos.
- Implementación de una planta de Biogás alimentada con de productos de desecho de la propia industria.
- Implementación de tecnología de la industria cervecera más eficiente.

BENEFICIOS

✓ 100 millones de litros/año de cerveza libre de emisiones de CO_2

https://www.youtube.com/watch?v=BCkJijcxaRA&feature=youtu.be

Muchas gracias por su atención.

https://www.inship.eu/index.php