3.5 SOLAR TÉRMICA EN LA INDUSTRIA Y LA DESCARBONIZACIÓN

La energía solar tiene un potencial sólido para contribuir a la descarbonización del sector Industria, a los niveles térmicos factibles y en los próximos años tendrá un crecimiento exponencial.

PLATAFORMA TENOLÓGICA ESPAÑOLA DE ENERGÍA SOLAR TÉRMICA DE BAJA TEMPERATURA.

SOLPLAT

Diciembre 2024

PTR 2022-1254

El Informe es parte del proyecto PTR 2022-001254, financiado por MCIN/AEI/10.13039/

NOTA

El documento está compuesto de una actualización del realizado en diciembre 2020 de aquellos aspectos significativos acaecidos durante el periodo elegible 2023-2024. En primer lugar, se describe los aspectos de la actualización y a continuación el documento realizad anteriormente a diciembre 2022. En suma, se mantiene el desarrollo histórico que es fundamental para evaluar los ciclos del sector y las expectativas de cambio, pues las causas son muy diversas de porqué la evolución en estos momentos precisamente en plena efervescencia del Pacto Verde Europeo que conlleva una descarbonización de la economía, y especialmente sectores poco activos como el sector Industria y todo ello a pesar de todos los cambios geopolíticos que se avecinan en 2025 y que van a poner a prueba precisamente la capacidad de la UE para resolver la distopía que envuelve al Mundo en una avance intentando dar respuesta al gran reto de la Humanidad o de la Tierra frente al Cambio climático.

ACTUALIZACIÓN A DICIEMBRE DE 2024

1. DEMANDA TECNOLÓGICA PARA DEFINIR UN ENTORNO TECNOLÓGICO ESPECÍFICO PARA ACTIVAR LA DESCARBONIZACIÓN (PROPUESTA DEBATIDA EN GT TECNOLÓGIAS)

Se trata de definir el entorno en el que debe desenvolverse una iniciativa principalmente tecnológica para activar la descarbonización de la economía. Es decir: cuáles son las claves tecnológicas y no tecnológicas para acelerar una demanda creciente de acciones en esa dirección; por un lado, la crisis energética actual provocada por una inestabilidad de precios de las materias energéticas primas del gas y petróleo, de carácter coyuntural, en principio y conectada con la guerra de Ucrania; y, la de más a largo plazo consistente en disminuir sustancialmente las demandas de fósiles y alcanzar los objetivos medioambientales de la Transición energética.

El entorno tecnológico y la descarbonización pueden caracterizarse en una visión general:

- las plataformas tecnológicas están acotadas en su alcance, bien por su ámbito sectorial o por estar centradas en una tecnología concreta;
- el impacto real de las plataformas está limitado en soluciones hacia el mercado pues la transferencia y valorización de la I+D+i que desarrollan está limitada por otras variables ni sectoriales ni de mercado;
- las plataformas aportan soluciones parciales sin una visión más global y tienen deficiencias en su traslado al mercado; la descarbonización de la economía y la sociedad está lejos de una visión estratégica global;
- en la encrucijada de potenciar el espacio de oferta tecnológica por un lado y las demandas más amplias del mercado, por otro, no encuentran un espacio donde impactar de forma decidida al cambio estratégico de la descarbonización;
- claramente, la descarbonización requiere una aproximación multisectorial y multi-tecnología, sistémica, en general;
- la descarbonización requiere acelerar los procesos de I+D+i, concentrar esfuerzos y sumar capacidades tecnológicas orientadas a las demandas;
- la descarbonización supone un espacio de oportunidad para la diversificación de las empresas de equipamientos y servicios y la creación de nuevas empresas, *startups* o nuevos formatos similares;
- en suma, la descarbonización requiere un diálogo intenso para acelerar y priorizar la implementación de tecnologías en TRLs elevados más allá del número 8 en entornos *sandbox* o equivalentes;
- en el entorno de las PT se han creado organizaciones perimetrales como ALINNE, en la cual las PTEs son actores motores; o el Comité de Coordinación Plataformas Tecnológicas de Energía (CCPTE); GICI (Grupo Interplataformas de Ciudades Inteligentes) de o aquella que busca el perímetro de la parte térmica de la demanda energética (GIERT, ahora Q-cero) o del GIA (Grupo Interplataformas de Almacenamiento), en suma, interrelación y transversalidad;

Por tanto, el objetivo de una *Alianza Tecnológica para la Descarbonización de la Economía* debe perseguir los siguientes objetivos:

- Impulsar la aceleración en el desarrollo tecnológico y la innovación de tecnologías energéticas y no energéticas que aporten soluciones para descarbonizar nuestra economía con una aproximación multisectorial
- acelerar los procesos de I+D+i para pasar de TRLs 3-7 y una la penetración en el mercado de tecnologías en TRLs avanzados, 7 en adelante
- facilitar la diversificación de las empresas en los espacios de oportunidad que generan el proceso de transición energética y descarbonización
- generar empresas de base tecnológica y acelerar su consolidación y crecimiento inicial

Esta estrategia debe apoyarse en las capacidades tecnológicas de otras plataformas como Plataforma integradora de soluciones para todos los sectores de actividad económica que deban transitar hacia la neutralidad climática. Debe funcionar como un espacio de interacción entre oferta y demanda en el sentido más amplio, esto es:

- oferta tecnológica y oferta empresarial (diversificación de negocios y creación de empresas de valor),
- demanda de soluciones y demanda de oportunidades de mercado.

Este entorno de intereses ha surgido la creación de un espacio de encuentro para acelerar el desarrollo de tecnologías y soluciones tecnológicas en general que favorezcan la competitividad de nuestros sectores y la diversificación de al amparo de la transformación de nuestra economía y sociedad. Esta alianza se denomina Q-Cero (Alianza para la descarbonización de la demanda térmica en España) en la que participa ASIt y Solplat, encuentro que ha venido a ampliar aquella que desde la PTE se creó alrededor de la energía térmica en renovables GIPTER y que buscaba áreas comunes en el ámbito de las renovables térmicas, ahora ampliado a toda tecnología para la descarbonización. La Alianza esta agrupada por actores de la cadena de valor: demandantes de energía térmica, proveedor de soluciones y actores habilitantes

Alianza Q-Cero | Alianza para la descarbonización de la demanda térmica en España

2. CONSIDERACIONES SOBRE LA DESCARBONIZACION Y EL USO DE RENOVABLES EN LA INDUSTRIA

a) Sigue marcando la situación internacional las políticas energéticas derivadas de la emergencia climática y de los planes de descarbonización que requieren un cambio de mentalidad y un esfuerzo inversor de gran calado.

b) En Europa, los planes de descarbonización se están concretando en estrategias (EU Green Deal, Next Generation, etc.), hojas de ruta específicas que suponen un incremento de uso de las energías renovables que directamente se están trasladando a los países miembros

c) La identificación de los antecedentes europeos y nacionales se resumen en los contenidos de las directivas europeas incluidas en el “Paquete de Energía Limpia” (o de invierno) y que se desarrollan en:

DIRECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS 2018/844

- Senda para descarbonizar edificación en 2050 (ECN)
- Lucha contra pobreza energética en hogares
- Rehabilitación energética del parque existente

DIRECTIVA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA 2018/2002

- Objetivo de Ahorro Energético del 32,5% en 2030 desde 20% en 2020
- Ahorro medio del 4,4% del consumo anual del EM entre 2020 y 2030
- Incentivos a sector industrial, servicios y residencial para usar nuevas tecnologías

DIRECTIVA DE ENERGÍAS RENOVABLES 2018/2001

- Objetivo del 32 de EERR en 2030 desde 20 en 2020
- Desarrollo Generación Distribuida y Autoconsumo
- Incorporación de EERR en Calor y Refrigeración

DIRECTIVA MERCADO INTERIOR DE LA ELECTRICIDAD 2019/944

d) Un mayor detalle sobre la DIRECTIVA DE ENERGÍAS RENOVABLES:

- Medidas adecuadas en sus normas y códigos de construcción para aumentar la cuota de todos los tipos de energía procedente de fuentes renovables en el sector de la construcción
- Exigencia de uso de niveles mínimos de energía procedente de fuentes renovables en los edificios nuevos y en los ya existentes que sean objeto de una renovación importante
- Integración de Energías Renovables en el sector de la Calefacción y Refrigeración
- Fija una senda de incremento de Renovables Térmicas con un crecimiento del 1,1 % anual
- Promoción de la Calefacción y Refrigeración Urbanas
- Establece derechos para los usuarios de las redes como permisos de desconexión de las redes no eficientes, senda de crecimiento de uso de EERR en sistemas urbanos, etc.

e) Se define marco estratégico para energía y clima en España que establece una senda clara para la completa descarbonización y sus principales elementos son:

LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA	Ley 7/2021 que fija los objetivos de reducción de emisiones de GEI y penetración de energías renovables
PLAN NACIONAL INITEGRADO DE ENERGÍA Y CLIMA 2021-2030 (actualizado en 2023)	Acuerdo del Consejo de Ministros de 16 de marzo de 2021 por el que se adopta la versión final
ESTRATEGIA DE DESCARBONIZACIÓN A 2050 (ELP)	Coherente con los objetivos marcados en el PNIEC los amplía para el año 2050.
ESTRATEGIA CONTRA LA POBREZA ENERGÉTICA	Documento final aprobado por el Consejo de Ministros del 5 de abril de 2019.
ESTRATEGIA DE TRANSICIÓN JUSTA	Acompañamiento para garantizar la justicia social y económica en la transición energética
ESTRATEGIAS SECTORIALES	Almacenamiento energético, Hidrógeno Renovable, Eólica Marina y Energías del Mar, Autoconsumo, Biogás

f) Se destacan los objetivos finales e intermedios España y la estrategia de descarbonización en los siguientes parámetros:

	2016	2020	2030	2050
Reducción de emisiones vs 1990	+13%	+15%	-23%	-90%
Energía final de origen renovable	16%	20%	42%	100%
Electricidad de origen renovable	41%	39%	74%	100%
Mejora de la eficiencia energética		20%	40%	

g) Para la DESCARBONIZACIÓN, que plantea disminuir emisiones un 23% en 2030 y un 90% en 2050 en el caso de las emisiones de procesos en el sector industrial se estima una disminución de un 30% (vs 1990):

Año	1990	2005	2015	2020	2025	2030
Emisiones	28.559	31.992	21.036	21.147	20.656	20.017

h) Se abordan con medidas distribuidas en 5 dimensiones y 53 medidas:

- DESCARBONIZACIÓN 20 medidas
- EFICIENCIA ENERGÉTICA 10 medidas
- SEGURIDAD ENERGÉTICA 4 medidas
- MERCADO INTERIOR DE LA ENERGÍA 10 medidas
- INVESTIGACIÓN, INNOVACIÓN Y COMPETITIVIDAD 9 medidas.

i) Se destacan las medidas más significativas para definir las **cuotas de energías renovables en consumo final bruto de energía aplicables al sector industrial**

- Medida 1.5. Apoyo al sector industrial
- Medida 1.6. Marco para el desarrollo de las energías renovables térmicas
- Medida 1.19. Generación de conocimiento, divulgación, sensibilización y formación

j) **La medida 1.5** de apoyo al sector industrial tiene como objetivo aumentar uso de renovables en subsectores que ya las consumen y diversificar los subsectores industriales, especialmente concentrados en cuatro de ellos: pasta y papel; alimentación; bebidas y tabaco; e industria maderera y derivados. La introducción de energías renovables en la industria es un reto ineludible para descarbonizar; y para ello utiliza los mecanismos:

- Programas de ayudas para incorporar energías renovables a los procesos industriales en función del potencial, coste y características de la tecnología y del potencial de mejora de su huella de carbono.
- Desarrollo de capacidades institucionales incorporación de la vertiente energética en las herramientas de política industrial, en todos los niveles de la Administración.
- Acuerdos sectoriales de acuerdos voluntarios con determinados subsectores industriales para propiciar el aumento del consumo de energías renovables.
- Ayudas a la realización de estudios, informes y auditorías energéticas que faciliten a la industria el paso a procesos menos intensivos en carbono

k) **La medida 1.6** define el marco para el desarrollo de las energías renovables térmicas y tiene como objetivo la penetración de fuentes renovables y desplazamiento de fuentes fósiles con implantación de tecnologías poco aplicadas, con participación de nuevos actores e innovación. Como mecanismos de intervención los siguientes:

- Implantación de fondos hacia Comunidades Energéticas Renovables con Garantías de origen térmico,
- Renovables en la edificación Revisión CTE y RITE
- Programas de ayudas: Préstamos y subvenciones en edificios o redes de calor, en función de las características, potencial y costes de cada tecnología, así como potencial de mejora de la huella de carbono

- renovación del parque solar térmico instalado.
- Adecuación del marco fiscal para establecer señales que incentiven la electrificación y el uso de renovables para las necesidades térmicas, así como evitar una subvención indirecta de los combustibles fósiles
- Promoción de redes de calor y frío con evaluación del potencial de uso de energías renovables y calor y frío residual en redes
- Desarrollo normativo Evaluación del potencial de estas redes en nuevos desarrollos urbanísticos, desarrollo de comunidades energéticas renovables en redes de climatización, etc.

l) La **medida 1.19 de generación de conocimiento**, divulgación, sensibilización y formación tiene como objetivo profundizar en la concienciación de los ciudadanos y sectores público y privado sobre la necesidad de abordar el proceso de descarbonización y difundir las herramientas, tecnologías o prácticas para reducir el consumo de energías fósiles, incrementar la aportación de energías renovables, reducir las emisiones de GEI y aprovechar el potencial de los sumideros de carbono. Utiliza

- Colaboraciones con sectores objetivo, convenios, acuerdos sectoriales, etc.
- Programas con imagen propia ligada a un control de calidad de las empresas asociadas que trata de garantizar el éxito de las operaciones realizadas
- Acceso a la información del consumo
- Fomento de la inclusión de criterios ecológicos en la contratación pública
- Fomento del cálculo de la huella de carbono y líneas de reducción
- como mecanismos las campañas de información y formación sectorial en materia de energía y clima: Formación de profesionales (Guías Técnicas)

3. POTENCIAL SOLAR PARA DESCARBONIZACIÓN EN LA INDUSTRIA

a) El desglose del consumo anual de energía en el sector industrial de España parte de último año disponible (2019) y se resume en los datos siguientes

- Consumo de combustibles y otros: 160.900 GWh
- Consumo de electricidad: 75.925 GWh
- Consumo de calor para procesos: 150.795 GWh
- Consumo de calor a baja y media temperatura: 72.285 GWh

b) Potencial solar 9.339 MW, equivalentes a 13.341.000 m^2. Se consideran de baja temperatura los procesos industriales hasta 120ºC y se han diferenciado los procesos a temperaturas inferiores 60ºC:

Potencial solar térmico	T ≤ 60	60 < T ≤ 120	Total
Potencia (MW)	3.642	5.697	9.339
Superficie (m^2)	5.203.000	8.138.000	13.341.000

c) Se destacan los 3 sectores industriales con mayor potencial que representan casi el 80% del potencial total diferenciándose en la siguiente tabla los valores para baja y media temperatura:

Potencial solar térmico	T ≤ 60	60 < T ≤ 120	Total
Alimentación, bebidas y tabaco	719.000	3.352.000	4.071.000
Industria química (incluye petroquímica)	958.000	2.888.000	3.846.000
Madera, corcho y muebles	1.635.000	989.000	2.624.000
Suman 3 sectores	**3.312.000**	**7.229.000**	**10.541.000**

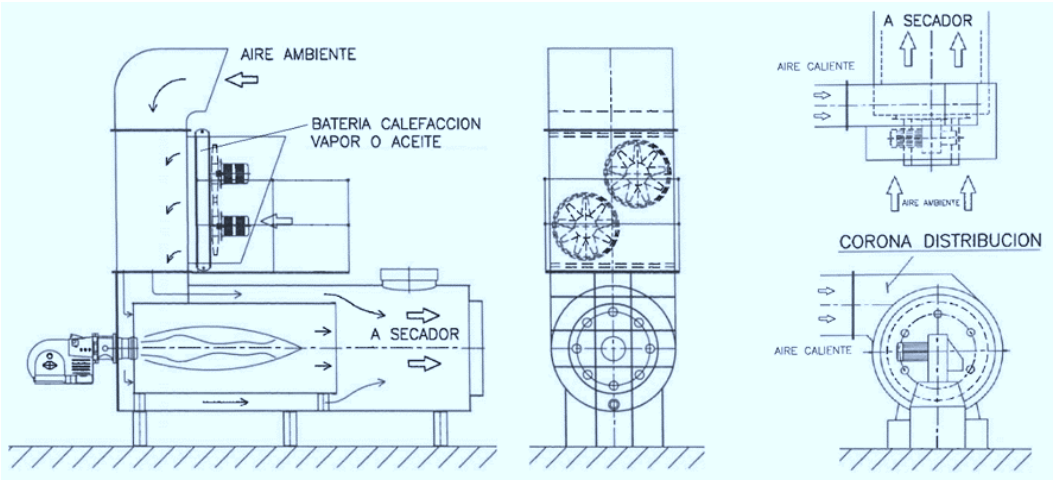
d) Se han identificado como barreras aquellos factores que dificultan el uso e implementación de la tecnología destacando las más importantes:
   - Rentabilidad económica
   - Huella de carbono y ciclo de vida
   - Desconocimiento de la tecnología
   - Disponibilidad de emplazamientos
   - Regulación y normativa

4. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LAS INDUSTRIAS SALINERAS

A modo de ejemplo del surgimiento de interés por al tecnología solar a continuación se destaca un sector que históricamente utiliza la energía solar para concentrar la salina y alcanzar la cristalización de la sal; a modo de ejemplo de otras muchas técnicas de secado, lavado, etc.

Para la realización de estas actividades se utilizó la información y los datos aportados por las industrias salineras INFOSA y GRUPOASAL así como la facilitada por los fabricantes de equipos para secaderos Serra Process y Talleres ADF.

En el proceso de secado se utiliza aire caliente a 175ºC producido con quemador en vena de aire ya que, además de ser la solución más económica de inversión y eficiente en explotación, ofrece garantías suficientemente contrastadas del producto final seco, desagregado, etc. Se adjunta esquema del proceso.



De acuerdo con el proceso actual podría utilizar cualquiera de las tecnologías de solar térmica, pero habría que analizar los niveles de contribución solar que se alcanzarían con rendimientos razonables para conseguir un salto de temperatura desde 25 a 175ºC y que inicialmente podrían ser:

- Captadores planos o tubos de vacío para temperaturas 50-100ºC y fracción solar 20-30%
- Mejorados y baja concentración hasta 100-150ºC y fracción solar 40-60%
- Alta concentración hasta 150-200ºC y fracción solar 70-80%

CAPTADORES SOLARES: VACIO, CILINDRO-PARABOLICO Y FRESNEL LINEAL

Por otro lado, las condiciones de contorno a considerar en el diseño de la instalación solar térmica son las siguientes:

- La disponibilidad de espacios cercanos en cubiertas disponibles o en terrenos adyacentes.
- La situación de las salineras que, normalmente, se encuentran en espacios protegidos
- La protección de materiales del ambiente salino en el que se pretenden implantar

En concreto, se ha analizado un secadero que produce 50.000 t/a cuyos consumos de energía térmica y eléctrica son los siguientes y con los costes energéticos ajustados a los valores indicados:

CONSUMO DE ENERGÍA		Térmica	Eléctrica	Total
Consumo anual	MWh	3.600	2.300	5.900
Coste unitario	€/MWh	75	100	
Coste anual	€/año	270.000	230.000	500.000

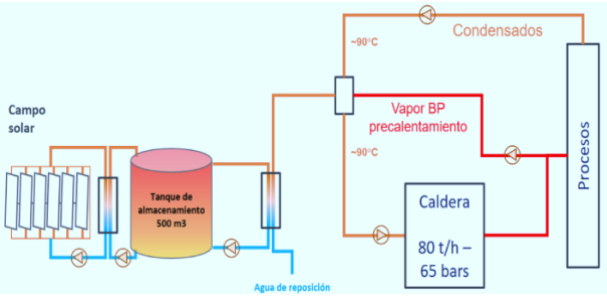
Las posibles soluciones para la energía térmica se definen en base a varios tamaños de instalaciones y un rendimiento medio anual que se puede considerar constante suponiendo que se va utilizando diferentes tecnologías a medida que aumenta la contribución solar, todo ello recogido en la tabla siguiente. Los PRS son muy aceptables por lo que los industriales están interesados, quizás falten incentivos públicos con intensidades ajustadas al objeto de la operación y otros parámetros no solamente económicos.

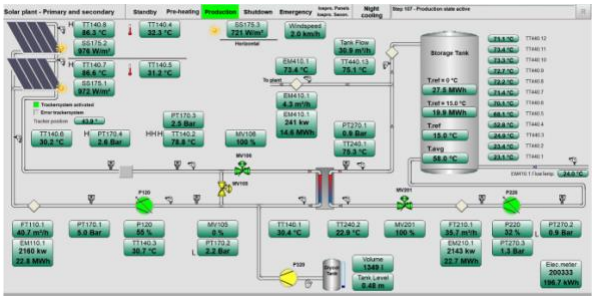
ANÁLISIS SOLUCIONES ENERGÍA TÉRMICA					
Instalación solar térmica	kW	700	1.400	2.100	2.800
Área apertura captación solar	m2	1.000	2.000	3.000	4.000
Rendimiento solar medio	%	50,00	50,00	50,00	50,00
Produccion unitaria	MWh/m2	0,90	0,90	0,90	0,90
Produccion total	MWh/año	900	1.800	2.700	3.600
Cobertura solar	**%**	**25**	**50**	**75**	**100**
Inversión unitaria	€/kW	900	850	800	750
Inversión unitaria	€/m2	630	595	560	525
Inversión total	€	630.000	1.190.000	1.680.000	2.100.000
Subvención prevista	**45**	283.500	535.500	756.000	945.000
Inversión neta	**€**	**346.500**	**654.500**	**924.000**	**1.155.000**
Ahorro económico en calor	€/año	67.500	135.000	202.500	270.000
PRS	años	5,1	4,8	4,6	4,3

5. ACTIVIDADES REALIZADAS EN LAS INDUSTRIAS DE PASTA PAPEL Y CARTÓN

Se han llevado a cabo reuniones de carácter informativo/divulgativo con el objetivo de presentar la Guía de energía solar térmica para procesos industriales con análisis de contenidos y presentación de ejemplos en estos sectores; en este caso a la asociación ASPAPEL y empresas del sector pasta, papel y cartón.

Se presentaron en dicha reunión realizaciones como la que recoge la imagen adjunta con: 4.210 m^2 y 500 m^3 de acumulación y una producción anual de 3.900 MWh y emisiones anuales evitadas de 1.000 tCO_{2eq}. La Instalación se integra directamente en el proceso productivo como recoge el esquema adjunto y se señala la importancia de la digitalización y monitorización del proceso y de la integración solar.





ACTUALIZACIÓN A DICIEMBRE DE 2020

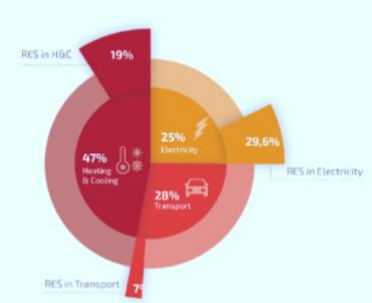
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN Y ENTORNO ENERGÉTICO
2. ANÁLISIS DEL MERCADO POTENCIAL
   - 2.1. ESTUDIO EREN
   - 2.2. ANÁLISIS SHIP
     - A. PROYECTO FRONT
     - B. PROTECTO SHIP
3. NUEVO ENTORNO PARA PROYECTOS DE STBT EN INDUSTRIA

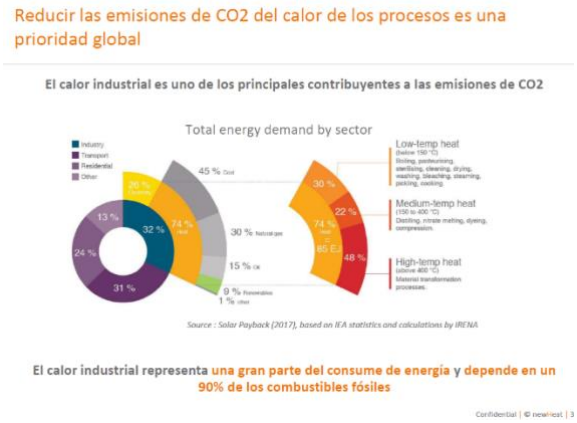
REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN Y ENTORNO ENERGÉTICO

En varios documentos de estrategia en el marco de Solplat se han realizado diversos análisis del entorno tecnológico y especialmente del mercado, valorando el crecimiento de ambos. En resumen, el entorno sectorial y tecnológico de la solar térmica de baja temperatura (STBT), trata de desgranar los siguientes aspectos al fin de perseguir unos objetivos en el horizonte 2020 y 2030:



a) La calefacción y la refrigeración representan casi el 50% del consumo de energía de la UE, sin embargo, solo el 18% de la calefacción en Europa es actualmente renovable. Para colmar este vacío, se necesita un marco financiero y regulatorio adecuado que tenga en cuenta las especificidades, necesidades y potencial del sector a nivel europeo.
b) El Paquete de Energía y Clima de 2020 y el Paquete Europeo de Energía Limpia para todos, ocho propuestas legislativas destinadas a proponer un marco climático y energético coherente para la UE a 2030.
c) La UE apunta a una participación de energía renovable de al menos el **32%** en 2030, junto con una mejora del **32,5%** en la eficiencia energética en comparación con una línea de base. En conjunto, estos objetivos deberían encaminar a la UE para sobrepasar su objetivo de reducción del 40% de las emisiones de gases de efecto invernadero (en comparación con 1990) a2030.



d) La refundición de la Directiva FER, reconoció la importancia de establecer objetivos bien definidos para desarrollar e implementar soluciones de RHC; de esta forma, los EEMM propusieron planes nacionales de energía y clima, en España PNIEC, que establezcan sus contribuciones nacionales a los objetivos de la UE como agregación de aquellos.
e) La financiación es clave para la viabilidad de los proyectos de RHC. Desde la etapa de investigación y desarrollo, hasta el proyecto a escala, los mecanismos de financiamiento adecuados son necesarios para reducir el costo y mejorar la competitividad del sector.

a) el mercado de las aplicaciones y de fabricación de equipos presenta tasas de crecimiento bajas, en el mejor de los casos estabilizadas desde hace unos años, y muy ligadas al sector residencial; a pesar de ello, en el medio plazo la legislación más estricta en la nueva edificación debe conducir a un crecimiento paralelo;
b) Las directivas de eficiencia energética y renovables se han traducido en una materialización de la búsqueda de la descarbonización y de ahí que se haya desde la UE demandado planes específicos, en España se denomina PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima)

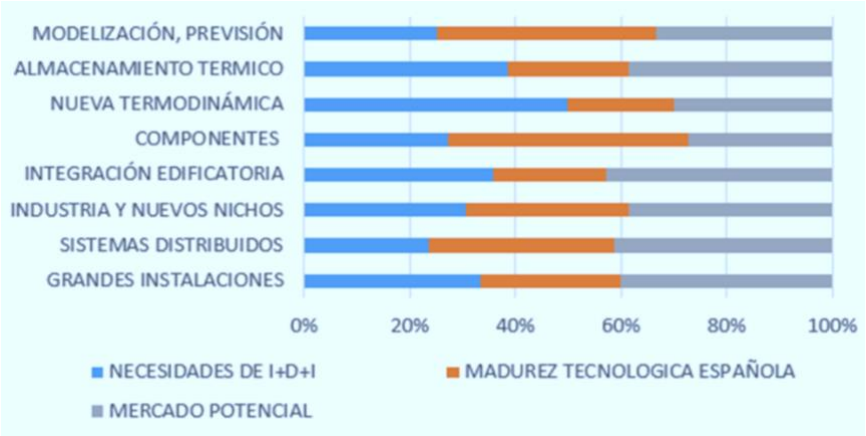
c) la llegada del COVID ha introducido una ralentización de las inversiones y por ende de los proyectos de innovación;
d) la acción de la innovación e I+D no ha aportado cambios significativos en la demanda del mercado, basado en el precio de la energía; que sin embargo, no recoge aspectos como los impactos medioambientales, la seguridad de suministro o el origen endógena; esto ha conllevado una limitada curva de aprendizaje.
e) La nueva capacidad de diversificación de la tecnología STBT en el campo de la calefacción de distrito o en diversidad de industrias y aplicaciones debe impulsar el mercado a estos nuevos nichos; forzados por un lado por la descarbonización y por otro en unos escalones de competitividad mayores;
f) Una nueva generación de equipos y aplicaciones más eficientes y robustos debe de sustituir y especialmente aumentar las expectativas de mercado, además de que el sector debe asumir fuertes presiones sobre de calidad, durabilidad y prestaciones.
g) El entorno tecnológico está íntimamente ligado a la evolución del mercado. También se señala que el margen de aplicaciones está ligado a intervalo de temperatura, siempre por debajo de la temperatura de ebullición del agua, en la mayoría de los casos. Los sistemas no están preparados para una presurización excesiva de los circuitos y mucho menos a fluidos mezcla de líquido-vapor.
h) La fabricación de componentes principales y la distribución está muy ligada a la promoción local y regional, excepto en proyectos singulares, de demostración o pilotos, en los que hay un cierto nivel de concentración e interés por la innovación. Pero también se señala que el entorno para movilizar innovación está en toda la cadena.
i) La reducción de costes basados en el efecto escala no se ha producido más que puntualmente en los momentos concretos (entrada del RITE, p.ej.); y ha habido una reducción de actores, en perjuicio de una competitividad, pero necesaria para adaptarse a los mercados.
j) En el sector STBT interacción muchas políticas: industrial, edificatoria, energética y de I+D+I, sin olvidar la medioambiental y todas ellas habría que hacerlas compatibles, coordinarles y sinérgicas, asunto de difícil armonización.
k) Para avanzar en una aproximación a lo que debería ser el mercado a 2030 y para alcanzarlo con acciones de innovación que debieran llevarse a cabo, se ha estudiado en el documento de análisis cuál es la situación del sector en su conjunto, y ayudados por el mapa de capacidades, las potencialidades transversal que van a ayudar a acelerar los cambios en este sector; el potencial del desarrollo de redes e implementación en industrias, todos ellos, estudiados con cierto detalle en el documento correspondiente; una aceleración interesante a través de una formación cualificada de nuevos tecnólogos, con nuevas habilidades tecnológicas; etc.

l) De todos estos documentos uno esencial responde una valoración en las cuatro direcciones que plantea

el estudio DAFO realizado al sector y que contiene las primera señales de lagunas, tensiones que se observan en el sector, y que pueden ser superadas, en muchos casos, por las capacidades y recursos de que dispone y especialmente por el incentivo de las oportunidades que se ofrecen; tal como se recoge en el gráfico adjunto.

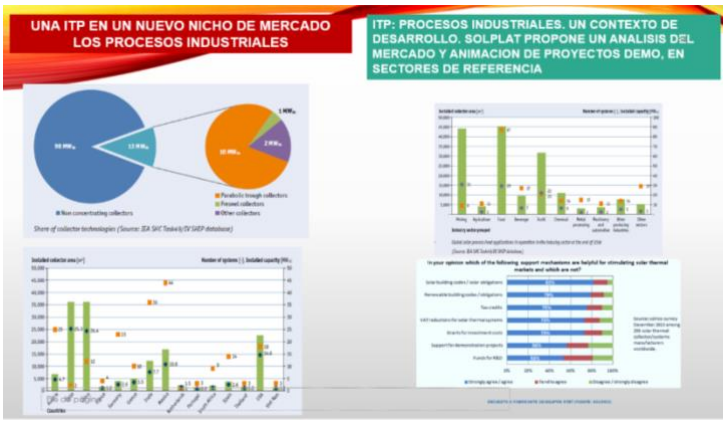
ANALISIS DAFO DEL SECTOR STBT

m) Del trabajo DAFO realizado por Solplat se deducen algunas consecuencias que posteriormente se desarrollarán. También viene a colación el enfoque general que se dio a este análisis hace unos años, pero que señala también claramente en qué dirección se demandaba la innovación. No hay grandes cambios, pero si intensificación en algunos casos es detectable. En concreto para el sector actualmente en estudio, el de la Industria, se señalaban: almacenamiento, una avanzada termodinámica de ciclos, y también lo que se denomina grandes instalaciones que traten de recoger los beneficios de la dimensión.



Demandas de innovación del sector STBT

n) En el entorno de ALINNE se estudiaron con profundidad para todas las tecnologías en un esfuerzo de síntesis y concreción las llamadas Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITP) con el fin de proponer concentrar esfuerzos y recursos financieros; y para el sector industria por parte de Solplat se propuesto una dirigida en esa dirección.



Título de la ITP:	APLICACIONES SOLARES TÉRMICAS EN EL SECTOR INDUSTRIA
Descripción:	Las aplicaciones solares térmicas en baja temperatura (SBT) están muy extendidas en el sector doméstico, aunque con escasas instalaciones en el sector Industria; y, especialmente, en procesos que requieren grandes cantidades de energía térmica en la franja térmica que genera con grandes rendimientos la solar térmica. Y, varios estudios (IDAE, EREN, ASIT, FERNERCOM, SOLARCONCENTRA, etc.) confirman este hecho, por lo que la ITP debe identificar las acciones a realizar especialmente de promoción, financiación y difusión a través de proyectos de demostración que avalen a la tecnología como adecuada para su implantación en diversidad de procesos que ahora consumen energías fósiles con emisiones de GEI.
Objetivos Generales:	La energía solar se ha desarrollado en la última década con tasas de crecimiento por encima del 15%; buscando reducción de costes energéticos: producción en masa e innovación. Las aplicaciones SBT están referidas a la franja de 40-120ºC y son objeto de la presente ITP. El sistema utiliza captadores de diferentes tecnologías, con eficiencias y prestaciones diversas; además requieren diversos equipos de circulación del fluido caloportador (bombas, valvuleria, tuberías, intercambiadores) y almacenamiento, además del control y regulación del sistema para la operación óptima y su integración en los procesos. Por ello, la reducción de costes, barrera esencial, y la integración en el proceso industrial hay que dirigirla a todo el sistema. El sector Industria demanda cantidades de calor muy importantes para procesos muy diversos (lavado, secado, tratamientos, etc.) Según estudio reciente del EREN: >85% de las empresas demandan calor en el rango 50ºC-75ºC; la cobertura solar entre 40%-70% en el 50% de las empresas; los retornos de la inversión por debajo de 10 años en el 35% de los casos. Luego es un mercado potencialmente importante y en el que se han llevado a cabo escasas instalaciones principalmente por razones económico-financieras. La ITP busca identificar proyectos concretos de demostración para focalizar los esfuerzos de promoción, financieros y de difusión (e incluso legislativos desde la LTECC) para activar este nicho de mercado para la SBT.
Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España	o Industrias diversas de los sectores, principalmente, alimentarios, bebidas, papeleras, textil, plásticos, esterilización, minería, etc. o Se trata de instalaciones de sustitución parcial de la energía consumida, con una cobertura solar importante, de los suministros de electricidad, gas natural y FO. o Las plantas de demostración son el objetivo promocional para avanzar en el sector; con una difusión extensa de los beneficios. o Reducción de la huella de carbono en los productos a través del uso de STBT en los procesos y mejorar los índices de sostenibilidad de las empresas.
Horizonte Temporal	Para 2020 en España deberán promocionarse entre 5 y 10 proyectos demostrativos de tamaño medio-alto (> 500 kWt). Para 2030 el 30% de las industrias deberán sustituir el 50% de sus consumos térmicos con STBT. En 2050 todos los consumos térmicos industriales, en el rango de la STBT, deberán ser sustituidos.
Recursos Financieros necesarios para su desarrollo *[1]*:	Los proyectos de demostración en un sector sin desarrollar necesitan de recursos financieros de activación, especiales focalizados, que permita a medio plazo alcanzar niveles de rentabilidad asumibles por las empresas. Todo ello, buscando reducir costes de inversión que atraigan a usuarios e suministradores/instaladores, impulsando la competencia.
Aspectos No Financieros, Legales y	Traslado de los compromisos medioambientales adquiridos como país, por la UE, al segmento industrial y obligaciones de reducción en los indicadores

o) Para la realización de estas prioridades España tiene voluntad de participar en consorcios internacionales tanto de investigación como de innovación e implementación industria Particularmente importante será la participación en futuras ERANET de energía, en los grupos de trabajo de implementación (IWG) del SET-Plan, así como en los partearíamos de Horizon Europa, liderando aquellas áreas donde científica y técnicamente tenga mayor capacidad y buscando complementariedades con los países líderes en otras tecnologías prioritarias con menor desarrollo en España

OBJETIVOS Y PRIORIDADES DEL PNIEC

Objetivos PNIEC	Objetivos Particulares	Prioridades y Objetivos I+i+c
23% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990	Residencial, comercial y servicios	- Soluciones inteligentes para el consumidor de energía. - Ciudades y comunidades inteligentes. - Sistemas de generación de calor y de frío. - Participación de energía renovable en redes urbanas de calefacción y refrigeración. - Uso de energía renovable en edificios. - Energía renovable producida por ciudades, comunidades energéticas y auto-consumidores. - Soluciones activas y pasivas en la rehabilitación energética de edificios.
	Transporte	- Transporte sostenible: promover un cambio de modelo en el sistema de transporte. - Desarrollo de biocarburantes avanzados obtenidos de manera sostenible a partir de materias primas renovables. - Producción de hidrógeno verde. - Baterías para movilidad y estacionarias.
	Generación Eléctrica	- Baterías para movilidad y estacionarias. - Energías limpias/renovables prioritarias. - Generación nuclear segura.
	Industrial	- Tecnologías bajas en carbono, con carácter prioritario. - Innovación y competitividad energética.
42% de renovables sobre el uso final de la energía	Innovación en tecnologías de EERR en las que ya se tiene una posición competitiva	- Energía Fotovoltaica (PV). - Energía Solar de Concentración (CSP). - Energía Eólica Marina. - Geotermia profunda y somera. - Energía Oceánica.
	Tecnologías que contribuyen a la gestionabilidad	- Energía Solar de Concentración (CSP). - Digitalización del sistema eléctrico.
39,5% de mejora de la eficiencia energética	Residencial, urbano y ciudadano	- Digitalización del sistema eléctrico. - Soluciones inteligentes para el consumidor de energía. - Ciudades y comunidades inteligentes. - Sistemas de generación de calor y de frío. - Participación de energía renovable en redes urbanas de calefacción y refrigeración. - Uso de energía renovable en edificios. - Energía renovable producida por ciudades, comunidades energéticas y auto-consumidores. - Soluciones activas y pasivas en la rehabilitación energética de edificios.
	Industrial	
74% de energía renovable en la generación eléctrica	Generación distribuida	- Digitalización del sistema eléctrico para la consecución de un sistema seguro y resiliente. - Sistemas de almacenamiento.

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019

p) En el entorno energético de la Transición que a su vez se deriva del marco de la lucha contra el Cambio climático y basados en las directivas de eficiencia energética y energías renovables, el PNIEC (Plan Integrado de Energía y Clima para España) da cumplimiento al Reglamento (UE) 2018/1999 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 sobre la gobernanza de la Unión de la Energía y de la Acción por el Clima; España en ese esfuerzo de plantear unos objetivos y establecer las estrategias a seguir en este campo y que en España se ha materializado en el PNIEC propone una serie de objetivos en eficiencia energética 39,5%/PRIME 2007, una aportación de las renovables al consumo de energía final de 42%, con lo que las emisiones deben reducirse en el 23%. Aquí la Industria con el análisis llevado a cabo por SHIP

q) Para dar cobertura a un proyecto de energía primaria tan potente, la energía solar debe aportar un porcentaje al sector industria a descarbonizar importante, pues no solamente de electricidad renovable y biomasa puede conseguirse los niveles de sustitución que se demandan. El descenso tan importante proviene de los dos focos el aporte de energías renovables y la mejora tan intensa en eficiencia.

Tabla 2.7. Evolución del consumo de energía primaria, minorando usos no energéticos (ktep)

Años	2015	2020*	2025*	2030*
Carbón	13.583	9.084	3.743	2.133
Petróleo y sus derivados	53.045	55.619	49.302	40.646
Gas natural	24.538	26.690	24.257	24.438
Energía Nuclear	14.903	15.118	15.118	6.500
Energías Renovables	16.620	20.764	26.760	33.383
Residuos industriales		302	303	381
RSU (no renovable)	252	168	142	66
Electricidad	-11	762	-1.202	-3.448
Menos usos no energéticos	-4.350	-5.105	-5.400	-5.639
Total	103.875	123.402	113.022	98.460

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC.

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019

r) El esfuerzo de aumentar el consumo de energía primaria y final contempla unos desarrollos extraordinarios pues multiplica por dos la aportación de las misma al mix primario. El consumo de energía final también señala un espacio para la sustitución de energías contaminantes y las renovables donde el PNIEC señala un crecimiento exponencial que es el entorno para el proyecto aquí analizado, pues se4 trata de aumentar el 29% del consumo actual, en una década.

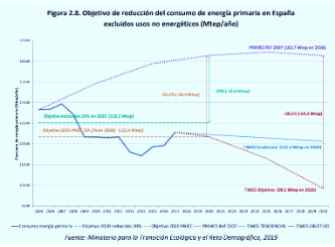
Tabla 2.8. Evolución del consumo de energía final sin incluir usos no energéticos (ktep)

Años	2015	2020*	2025*	2030*
Carbón	1.503	1.440	1.438	1.408
Productos petrolíferos	40.674	41.930	37.153	29.275
Gas natural	13.139	15.119	14.711	13.774
Electricidad	19.952	20.534	20.813	21.294
Energías renovables	5.292	6.943	7.195	7.426
Otros no renovables	2	309	309	385
Total	80.562	86.276	81.619	73.560

*Los datos de 2020, 2025 y 2030 son estimaciones del Escenario Objetivo del PNIEC

Fuente: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2019

s) Otra cuestión, muy ligada a la intensidad de la transformación de la descarbonización con la que se propone el cambio, es el aumento significativo de la eficiencia energética en todo el contexto del consumo de energía; y, en este espacio es donde la eficiencia en la industria, ligeramente más tecnificada que el resto de los sectores debe hacer un esfuerzo. De acuerdo con las proyecciones del programa PRIMES con el que se referencia la mejora, la caída del 39,5% tiene una intensidad superior incluso a la señalada en la entrada de renovables. Esto señala la conveniencia de hacer simultáneamente las dos acciones: mejorar la eficiencia y penetrar en la industria con una componente creciente de renovables.



2. ANÁLISIS DEL MERCADO POTENCIAL

Los trabajos de prospectiva de mercado realizados a lo largo de los últimos años señalan interés por parte de los industriales, sin embargo, la lectura cuando se profundiza señala deficiencias en el planteamiento por parte de la Administración, extraordinariamente sensible en cuanto a no adherir este tipo de proyectos a las excepciones de las ayudas de estado por temas medioambientales y de desarrollo regional. Esta situación debe cambiar en un estado de emisiones insoportables, y se debe entender que el cambio debe comenzar ya con ayudas directas y substancialmente importantes, no marginales, pues el efecto difusión es muy importante en este tipo de aperturas de mercado y los asuntos de mantener la competencia del mercado a base de una carga medioambiental inasumibles no puede ni debe contribuir en el sector industria.

Has el momento sobre el contexto de estas aplicaciones en el sector Industria de la STBT, han sido los siguientes el realizado por EREN (Ente Regional de Energía, de la Junta de Castilla y León) y el realizado por IDAE y otros organismos del consorcio SHIP.

2.1. ESTUDIO EREN

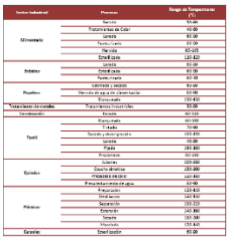
Las CCAA tienen por la distribución de la industria en España sus características propias en relación con el tipo de industria que está implantada en su territorio. Así, hay regiones con una potente industria generación y extractiva; un tejido más o menos desarrollado en fabricación de bienes de equipos ligados a ellas; y, por otro lado, una industria base de transformación y manufacturera. Es en esta área donde el trabajo de analizar el potencial que la STBT tiene sentido profundizar.

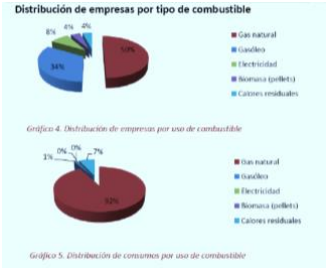
Uno de los trabajos de prospectiva más directos y de resultados tangibles es el realizado por el EREN en Cartilla y León, referido a polígonos industriales al objeto de posibilitar también el uso de la energía STBT en un mercado de comunidades energéticas más abiertas en el que la demanda pueda diversificarse y agregarse, en beneficio de un coste unitario de la energía más competitivo. El estudio[1] denominado: Uso de la energía solar térmica en polígonos industriales de

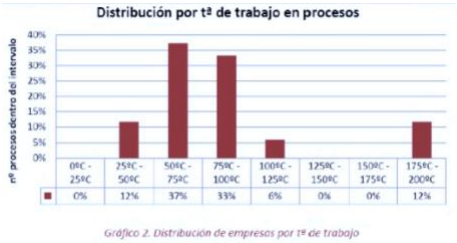
[1] Realizado por la Fundación Anclaje y Formación de Castilla y León (Grupo de Trabajo Sectorial de Energía: JCyL y los Agentes Económicos y Sociales; financiado por la Junta de Castilla y León; dirigido por CECALE; con asistencia Técnica ITCL; continúa un trabajo realizado por el EREN en 2008: https://energia.jcyl.es/web/jcyl/Energia/es/Plantilla100/1284410087447/_/_/_

Castilla y León, movilizado por el EREN y presentado para debate en el comité ejecutivo de Solplat; se extraen los siguientes datos y comentarios:

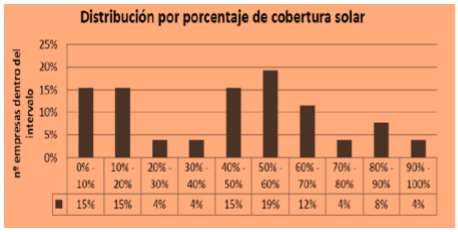
a) Con el objetivo de hacer sobre la base de una estructuración de la tipología de la encuesta, se trata de identificar, en relación con la implantación de la STBT en los procesos, las calves para su promoción. Además de las encuestas se llevaron a cabo estudios de prefactibilidad y se propuso una guía de buenas prácticas para la motivación.
b) De un listado de 3.084 empresas (42% del total y de ellas el 95% son manufactureras), por medio de correos, contactos directos, etc., se seleccionaron 115 para realizar la encuesta, de los cuales 45 la completaron y de ellas 38 estaban interesados en la STBT y se realizaron estudios sobre 25.
c) El espectro de empresas y rangos de temperatura señalaba un primer conjunto de interés, de acuerdo con la tabla adjunta, con origen en información de IRENA.
d) Se analizaron los combustibles a sustituir en su caso, y especialmente el rango de temperaturas, en el que claramente el grueso de la empresas encuestadas y muy representativas de la población general se centraba entre 50ºC y 100ºC; esto es muy centradas en la oferta solar.

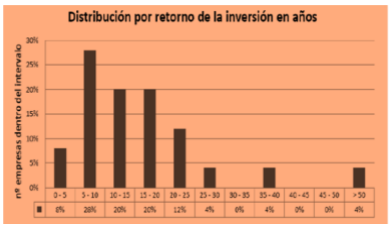






e) Los resultados principales se recogen en los gráficos adjuntos en que la fracción solar que aportaría la STBT, con un porcentaje muy alto entre el 40-70%. En paralelo los estudios realizados señalaban periodos de retorno de la inversión por debajo de 10 años del 36%.



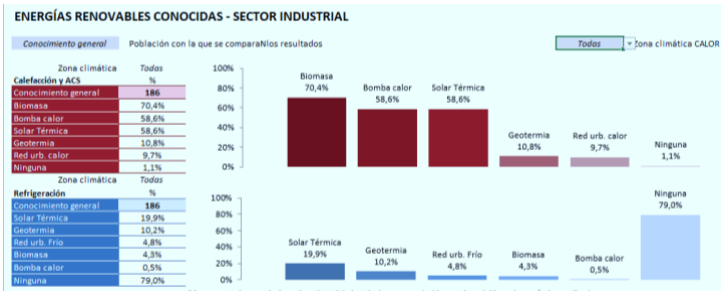


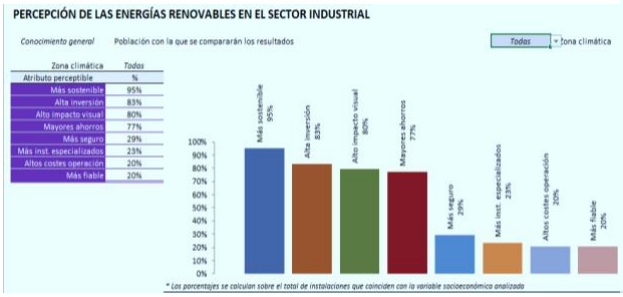
En suma, el estudio arroja interés por la STBT en el sector industria manufacturera tanto térmico, de demanda energética en el tramo correspondiente, y el potencial económicamente rentable, a los precios del momento del estudio, alrededor del 40%, potencial que se considera muy importante. De él debiera derivarse una acción política decidida de incentivos y ayudas para que la implantación se produjera con al captar las inversiones con retornos por debajo de los 15 años (totalizarían el 56% de la industria); y proyecto con incentivos en el rango de la demostración en el tramo inferior a 20 años.

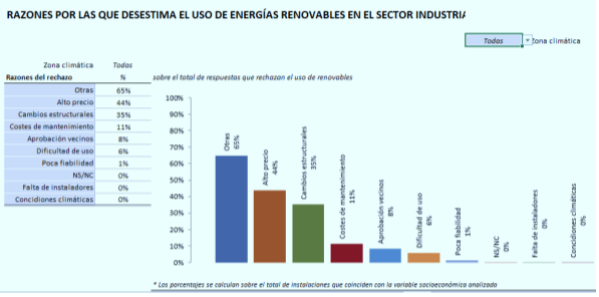
2.2. ANÁLISIS SHIP

A. PROYECTO FROnT

Antecedente de este trabajó es el realizado por IDAE en consorcio internacional en el marco del proyecto FROnT (Fair RHC Options and Trade). Así, En 2015, se llevaron a cabo en España encuestas en el sector industrial para identificar los factores de decisión que intervienen en la adquisición de sistemas de generación de calor y frío en viviendas, en el marco del proyecto europeo FROnT. Los resultados permiten analizar las instalaciones existentes (calefacción, ACS y refrigeración), la disposición a pagar más por las renovables térmicas, así como el conocimiento y percepción de estas tecnologías por el público en España. Se llevaron a cabo 250 encuestas telefónicas (CATI), siendo el universo el total de industrias españolas con producción de calor/frío. Las encuestas se realizaron al personal de la empresa encargado del proceso productivo y que por tanto, conoce mejor el mismo. Se trata de un muestreo aleatorio estratificado por zona climática. La representatividad de la muestra puede considerarse alto para el tipo de encuesta realizado.





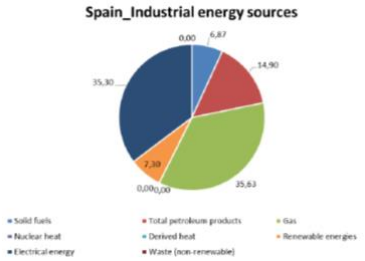


B. PROYECTO SHIP

El estudio SHIP (**SOLAR HEAT FOR INDUSTRIAL PROCESSES)**, financiado por la UE, buscaba analizar los potenciales sectorizados y segmentados para definir una cuantificación, señalar las barreras, proponiendo modelos de implantación; promoviendo proyectos de fuerte carácter demostrativo o piloto. Demanda de calor de procesos industriales[2], **l**as fuentes energéticas para consumo industrial en España se muestran en el siguiente gráfico. La energía eléctrica y el gas son las más utilizadas en la industria (35%). Los productos

[2] INSHIP project: Integrating National Research Agendas on Solar Heat for Industrial Processes. EU http://inship.eu/deliverables.php . INSHIP, del que Tecnalia forma parte, tiene como objetivo la definición de una hoja de ruta para incentivar, mediante la colaboración de diferentes dentro de investigación y desarrollo, la introducción de la tecnología solar térmica en el entorno industrial.

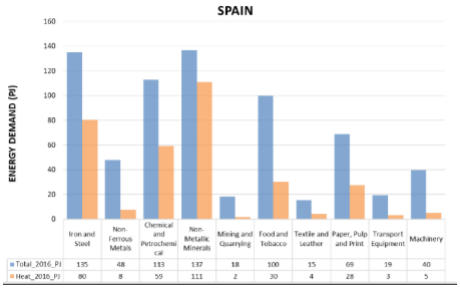
derivados del petróleo son la siguiente fuente de energía más utilizada, con una participación de alrededor del 15%. Tanto las energías renovables como los combustibles sólidos tienen una tasa de uso similar en torno al 7% de la demanda / uso total de energía.



Fuentes de energía para el consumo industrial en España (%) Fuente: Eurostat.

Por otro lado, la demanda de calor industrial en 2016 representó el 47,6% de la demanda energética total industrial, que fue un total de 330 PJ/año. Sin embargo, la distribución del nivel de temperatura de esta demanda de calor es importante para la implementación de tecnologías solares, el siguiente gráfico muestra esta distribución.

El calor de alta temperatura representa alrededor del 66% de la demanda total de calor industrial. La demanda de calor baja y media representa un 33% de la demanda total de calor o en términos absolutos 110 PJ / año. La distribución por sectores está reflejada en el gráfico adjunto.

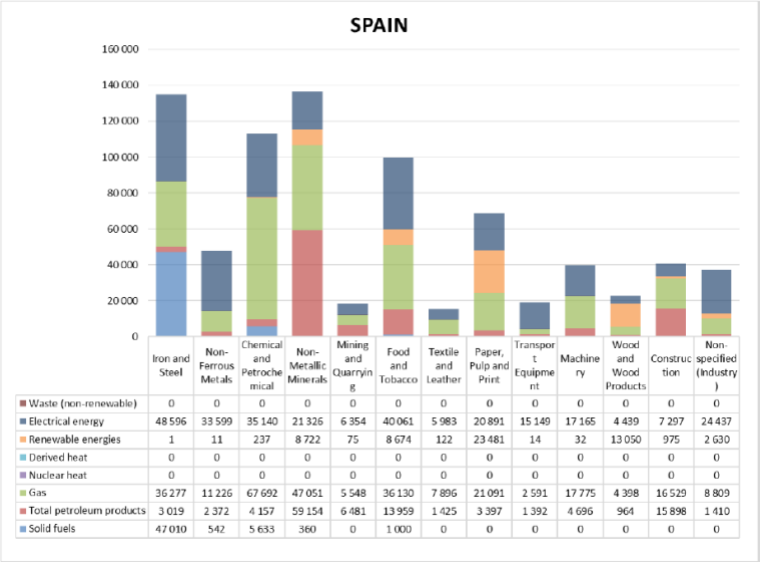


Demanda total de energía y demanda de calor del sector industrial en España, 2016 [Pardo et al. 2012; Eurostat].

Pero, el análisis más importante para la entrada de la STBT es el nivel térmico en el que deben aportarse la energía, <100ºC, o ligeramente superior. Así, en siderurgia solamente el 1,8% frente 12,14% en el químico.

Distribución de la demanda total de calor industrial por temperaturas. Derecha. Desglose por temperatura y sector de la demanda de calor industrial (%) en España para el año 2016. [Pardo et al. 2012; Eurostat].

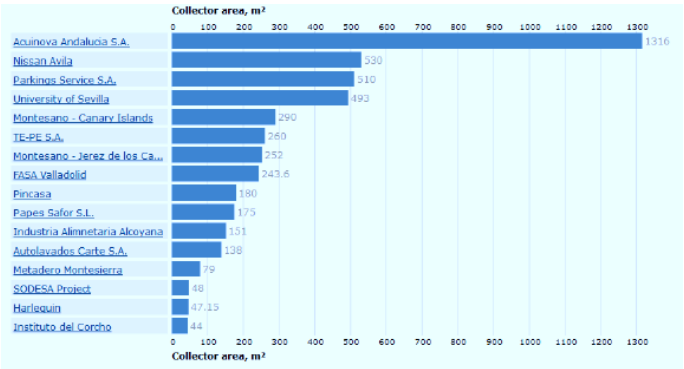
En España, los sectores químicos, papel y alimentos son los principales consumidores y para el rango de temperatura baja que puede aportar la tecnología solar. Sin embargo, aunque el aporte significativamente no es importante si son cantidades absolutamente importantes. Si el análisis se lleva a cabo según fuentes primarias, el mayor consumidor (hierro y acero) utiliza principalmente combustibles sólidos y gas. El segundo mayor consumidor, la industria del papel y la impresión, consume principalmente energías renovables (alrededor de un 40%). El petróleo y el gas son, con mucho, las fuentes de energía más utilizadas (46% y 18% de la mezcla total).

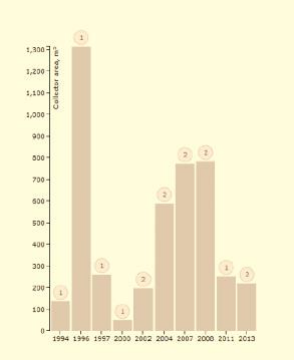


	Iron and Steel	Non-Ferrous Metals	Chemical and Petrochemical	Non-Metallic Minerals	Mining and Quarrying	Food and Tobacco	Textile and Leather	Paper, Pulp and Print	Transport Equipment	Machinery	Wood and Wood Products	Construction	Non-specified (Industry)
Waste (non-renewable)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Electrical energy	48 596	33 599	35 140	21 326	6 354	40 061	5 983	20 891	15 149	17 165	4 439	7 297	24 437
Renewable energies	1	11	237	8 722	75	8 674	122	23 481	14	32	13 050	975	2 630
Derived heat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Nuclear heat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gas	36 277	11 226	67 692	47 051	5 548	36 130	7 896	21 091	2 591	17 775	4 398	16 529	8 809
Total petroleum products	3 019	2 372	4 157	59 154	6 481	13 959	1 425	3 397	1 392	4 696	964	15 898	1 410
Solid fuels	47 010	542	5 633	360	0	1 000	0	0	0	0	0	0	0

Desglose por fuentes y sectores de la demanda energética total industrial en España (2016). [Eurostat].

Se anota que los sectores industriales no recuperan los calores residuales con un contendido energético muy importante. Una combinación de ambos recursos, solar térmica baja temperatura y calores residuales representan una oportunidad indiscutible. También se señala que la participación de las energías renovables en la demanda energética alcanza el 14% en: celulosa y papel, madera y alimentos**,** con alrededor del 35%, 55% y <10% respectivamente y estos sectores consumen energía a temperatura media a baja. Estos calores de baja temperatura pueden tener aplicaciones tanto en la industria propia como en otras aplicaciones como la calefacción de distrito, muy interesante en el medio plazo por la cantidad de proyectos que se han identificado. Además, estas industrias suelen disponer de áreas de almacenaje bien, generalmente cubiertas y la energía solar podría cubrirlas sin aumentar la superficie ocupada. Actualmente la STBT se utiliza en proyectos concretos y en el grafico se han recogido de la base de datos http://ship-plants.info/ los proyectos instalados desde 1994 hasta 2013. Los proyectos por un lado están muy relacionados con la existencia de líneas de incentivos como fue en 1996 con la SG FEDER-IDAE y líneas de ayudas de las CCAA, como el Prosol y otras.



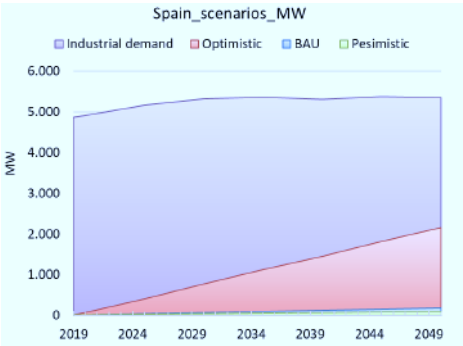


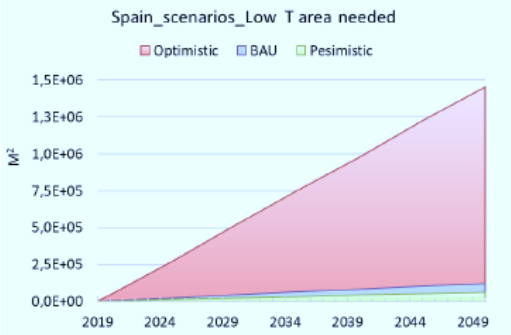
La mayoría de las plantas de SHIP instaladas en España son de captadores planos, aunque existen instalaciones de calor y frío con capadores de vacío. La entrada de sistemas de concentración que en general necesitan un espacio dedicado puede inducir a que solamente en media temperatura, aunque luego se deba degradarse exergéticamente, las instalaciones

sean atractivas. Con esta estadística derivada del proyecto SHIP, se deduce una primera aproximación de que la superficie solar instada con captadores planos puede situarse alrededor de los 10.000 m^2 en 12 proyectos singulares, con un área media cercana a los 400 m^2. Estas cantidades son bajísimas en un país con muy alta insolación y, en general con terreno disponible nuevo Instalaciones solar térmicas en aplicaciones industriales. También se destaca costes medio unitarios de alrededor de 500 €/m^2. El sector de la alimentación en España tiene el mayor número de proyectos solares en operación. Es un sector con crecimiento estable. Geográficamente, la demanda está muy dispersa, estando la mayor parte en municipios sin acceso a la red de gas. A priori, este es el sector con mayor potencial de energía solar.

Futuros escenarios SHIP en España

En la imagen adjunta, la potencia de SHIP proyectada necesaria (MW) en España hasta 2050 se muestra en violeta. El área en rojo representa un aumento de la potencia SHIP instalada de 1,3% anual con respecto al escenario base (2016). Este es el escenario optimista que cumple con la cobertura del 40% requerida para finales de 2050 (ver gráfico a la derecha, donde la potencia se representa como % de la demanda industrial total) que corresponde a una potencia total de alrededor de 2161 MW. Para el escenario BAU (correspondiente a un incremento del 0,11% anual) se alcanzaría un máximo de 184 MW que ya representa el 3,44% de la demanda para 2050. Para el escenario pesimista (correspondiente a un incremento de 0,05% anual) estas cifras se reducen a 95 MW y 1,77%.





Proyección a 2050 de los futuros escenarios de la energía solar térmica en procesos industriales en España.

La situación actual en España, aunque al igual que Austria es uno de los países con más SHIP instalado en términos de potencia, todavía está lejos de ser deseable. En España el escenario BAU (correspondiente a un incremento del 0,11% anual) solo representaría una cobertura del 3,4% de la demanda para 2050. En España no se identificaron subvenciones de apoyo claras, pero se ha calculado que sería necesaria una inversión de alrededor de 1.200 M€ para 2050. El futuro nacional y europeo depende de nuestra capacidad para afrontar los desafíos energéticos del mañana. Esto significa, energía libre de carbono, con una alta seguridad de suministro, de manera sostenible y con unos costes asociados estables. La energía solar térmica cumple todos estos criterios en cuanto a la demanda de energía térmica. La energía solar es gratuita y puede ser utilizada por todos en todas partes y, por tanto, reduce las dependencias de la importación de combustible.

Por último, es necesario tomar en consideración la importancia que para el sector SHIP va a impulsar la digitalización de procesos manufactureros y otros, porque:

- Proporcionar herramientas modernas para el proceso de diseño.
- La digitalización es una megatendencia con gran influencia en la ingeniería de procesos. Implementada con éxito, reduce los costes de planificación y aumenta los estándares de calidad al mismo tiempo. Por ello, para la implementación de los procesos SHIP se deben desarrollar estudios de detalle para optimizar el proceso de diseño y proporciona las herramientas para un software eficiente y confiable para respaldar tecnología.
- Entrada al mercado efectiva y exitosa: Las herramientas de planificación junto con la documentación apropiada y las instalaciones de capacitación allanan el camino para una entrada exitosa al mercado.

3. NUEVO ENTORNO PARA PROYECTOS DE STBT EN INDUSTRIA

De todos los trabajos anteriores se deduce que el verdadero potencial de la tecnología STBT y la penetración en el sector Industria se sustenta en las siguientes cualidades propias que es necesario potencial para crear un nuevo entorno de desarrollo:

- La energía solar, la única fuente de energía 100% libre de emisiones con una gran reputación entre los usuarios finales. Se hibrida de manera eficiente con otras fuentes de energía renovable y residual:
    - Principales tecnologías: solar + bomba de calor. 100% renovable si se compra electricidad renovable o se proporciona parcialmente con PVT. Alta fracción solar por conversión de energía solar en calor y electricidad y tasa de conversión general muy alta, potencial de reducción de emisiones de GEI entorno al 85%.

    - Potencial de hibridación de otras fuentes como el calor residual a baja temperatura (≈50-100ºC): la energía más sostenible es la que ya está disponible, en lugar de la producida por fuentes renovables.
- Alto potencial de descarbonización y atractivo para los usuarios finales, que pueden participar con ella en el camino al horizonte 2030 con mejora de la eficiencia energética y apostando por las renovables; con destino final 2050 prácticamente descarbonizada.
- Posibilidad de proporcionar calor a diferentes niveles de temperatura, una respuesta a una demanda real en muchos procesos industriales. Temperaturas de proceso de ≈50ºC a ≈100ºC mediante almacenamiento de energía y gestión de temperatura.
- Basado en tecnologías robustas y conocidas con mejoras innovadoras
- Fácil integración: altamente escalable y modular, respaldada por una metodología de diseño digital: fácil integración SHIP y escalable a cualquier perfil industrial.
- Los costes de diseño, implementación y operación de los sistemas SHIP se reducirán mediante la estandarización del proceso de planificación y la introducción de una

metodología de planificación moderna utilizando herramientas de software y monitorización de operaciones apropiado.

Los mercados favorables, como se ha señalado para la penetración de la tecnología STBT, se basan en los siguientes aspectos:

- Cadena de suministro sólida y comprometida: En los últimos años ha visto un número creciente de proveedores de tecnología SHIP en Europa, algunos proveedores de sistemas renovables ampliaron su cartera, pero también las nuevas empresas fortalecieron la cadena de suministro de tecnología e impulsaron el mercado mediante actividades intensivas de comunicación.
- La electrificación del calor en el sector industrial se identifica como la solución de descarbonización más prometedora a corto plazo. La electricidad representa alrededor del 7% de la demanda mundial de calor, principalmente en los edificios. La electrificación de los procesos industriales está ganando popularidad, mientras que el uso de bombas de calor en los edificios se está generalizando. Según la Agencia Internacional de Energía (AIE)[3] "se espera que el uso de electricidad para calefacción crezca un 20% en el sector industrial y un 11% en edificios hasta 2023. Con este crecimiento, se espera que la electricidad renovable para calefacción tenga el segundo mayor crecimiento absoluto después de la bioenergía". Esta tendencia puede permitir el arrastre de las tecnologías STBT.
- Aumento del número de programas de apoyo para SHIP en Europa: el número de planes de subvenciones a la inversión, especialmente para el calor industrial solar, ha aumentado en Europa en los últimos años y existen programas favorables en Austria, Francia, Países Bajos, Alemania, Italia y España.

Y, todo este potencial e interés relativo de las industrias por implementar medidas de este estilo detectadas en los trabajos anteriores; en el momento actual, representa una serie de oportunidades basadas en un marco de ayudas extraordinario basado en programas tecnológicos y de transformación que deben ser aprovechados por medio de acciones directas de promoción e incentivación para iniciar un proceso de cambio. Prácticamente en los procesos de entrada de una tecnológica a los mercados se habla de conceptos, pilotos, demostración y entrada al mercado. Adjunto se recogen del análisis DAFO realizado solamente la imagen de las oportunidades, en la que se destacan precisamente estos extremos señalados. En el caso que nos ocupa prácticamente se llega a la fase de implementación de forma directa pues hay teológica y experiencia suficiente y disponible. Sin embargo, al igual que en otros mercados

OPORTUNIDADES

Mercado muy amplio en nuevos edificios nZEB e innovación. *Este crecimiento del entorno de los edificios, tanto ACS como climatización va a sufrir un nuevo repunte basado en el crecimiento de las ciudades, de nuevos edificios y además rehabilitación, asignatura pendiente dl presente.*

Nuevos segmentos especializados en hibridación. El arrastre que van a inducir los sistemas de calefacción de distrito debe ser un motor para los sistemas solares, pues deben permitir integrar de forma muy positiva la biomasa, la geotermia y la solar, implementando sistemas de almacenamiento importantes.

Entrada de la digitalización O+M y en la integración. Esta línea de trabajo desde Solplat se ha señalado como importante, especialmente en cuanto al concepto IoT, y muy concretamente en lo que se refiere al seguimiento del funcionamiento, la contabilidad de los mismos, especialmente cuando se tienen en los sistemas centralizados al cobro por energía consumida.

Almacenamiento térmico extenso. La gestionabilidad es una demanda a todos los sistemas de energías renovables variables. El inconveniente que hay en los sistemas forzados es el espacio, siempre insuficiente; pero la legislación señala la necesidad de disponer en el proyecto de volúmenes adecuados precisamente para cubrir estas necesidades. Además los avances tecnológicos van a permitir unas mayores densidades reduciendo las necesidades de espacio.

Fondos del Next Generation EU (MRR; New Green Deal, Horizonte Europa.) *para descarbonización.* Este asunto es de vital importancia y aunque está pendiente de implementación, en lo que se refiere a los segmentos para la innovación y el I+D, debería haber un fuerte crecimiento de los mismos y dirigidos hacia proyectos pilotos y de demostración que tracciones el sector.

Gestión activa de instrumento público-privado por medio de ESE. Las actuaciones de calefacción de distrito abre la puerta a la gestión mixta por medio de ESE que permita una mayor operatividad. La aprobación del entorno de las Comunidades Energéticas locales, también representa una oportunidad para esa colaboración y la promoción de proyectos comunitarios, donde la STBT va a representar un valor en el conjunto de aprovechamientos energéticos renovables.

Lanzar los proyectos pilotos y de demostración a través del MRR. Se trata de lanzar propuestas a todos los entornos en los que puede integrarse lo local, lo industrial y los servicios. Entre ellos se señalan integración de energías residuales y renovables para abastecer nucleaos urbanos cercanas; integrados o no en sistemas más extensos de climatización de distrito. Esto es factible pues muchas de las industrias se sitúan cerca de urbanizaciones con alta demanda de energía térmica.

[3] https://www.iea.org/renewables2018/heat/

como los avances en redes de calor, un primer escalan de demostración, significantemente que sirva de referencia, sería suficiente para iniciar el camino.

De los trabajos realizados por Solplat a través de diferentes grupos de trabajo y estudio se han propuesta una serie de objetivos, en el que se destaca la necesidad de que a 2030 exista un crecimiento importante de industrias que integren la STBT en sus procesos e instalaciones. Se adjunta la imagen del cuadro de propuestas destacando la línea de industria con 30 proyectos significativos, se entiende con superficies de capitación por encima de los 1.000 m^2; además de la necesidad de que al menos 300 empresas introduzcan instalaciones de este tipo en sus centros de producción o distribución. Esto daría la aceleración necesaria para participar en el proceso de eficiencia y renovables que se propone a nivel de la economía de la UE, contribuyendo a la misma. El resto de los objetivos también tienen su importancia, especialmente los referidos a la difusión, sensibilización, y reconocimiento de la importancia de esta.

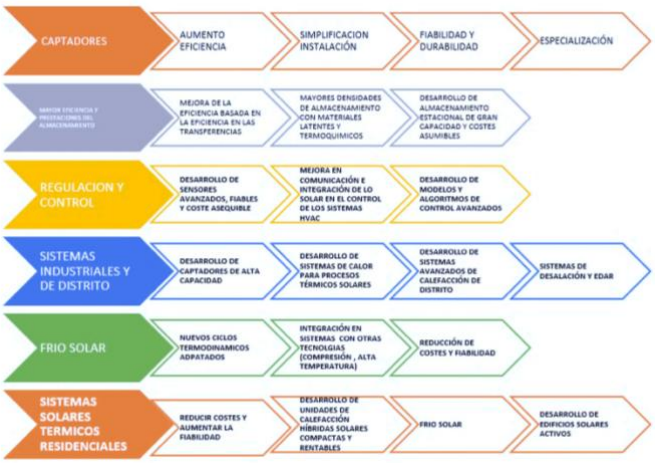
OBJETIVOS CUANTITATIVOS PARA LA STBT A 2030

- *Producción de captadores a 2030: 1 Mm^2 (700 MWt)*
- *Instalación de captadores solares térmicos en 2030: 1 Mm^2*
  - *Instalación de sistemas prefabricados: 100.000 m^2; nº instalaciones 25.000*
  - *Instalación de sistemas forzados media de 50 m^2; nº instalaciones 45.000*
- *Nuevas redes de calor y frío a instalar en 2030: 30 redes (>5.000 m^2)*
- ***Nuevas instalaciones en 2030, en procesos industriales: 30 industrias >1.000 m^2 y 300 industrias >100 m^2.***
- *Volumen de almacenamientos a instalar en 2030: 5.000 m^3*
- *Fracción solar media >70%*
- *Coste unitario medio objetivo < 250€/m^2*
- *Exportación de equipos y sistemas >75%*
- *Porcentaje de fabricación española >75%*
- *Reciclado/modernización de instalaciones en 2030: 200.000 m^2*
- *Vida media de las instalaciones >25 años*
- *Creación de 5.000 empleos directos y otros 5.000 indirectos.*

OBJETIVOS CUALITATIVOS DEL SECTOR STBT A 2030

- *Aumentar el reconocimiento de la solar térmica para aportar calor y refrigeración de forma competitiva, recuperando continuamente las instalaciones obsoletas o de funcionamiento por debajo de unos mínimos;*
- *La Administración pública debe convencer y promocionar esta energía de forma persistente hasta lograr la sensibilización adecuada y protegiendo el mercado en igualdad de oportunidades e impactos;*
- *Identificar el carácter de sostenibilidad que su implantación conlleva, los arquitectos y prescriptores en general deben estar convencido de ello y trasmitirlo a los usuarios; y en el sector industrial la adopción de una RSC en sostenibilidad;*
- *Acelerar la oportunidad para una descarbonización de los edificios y de la industria, introduciendo energías renovables térmicas que se completan con una sustitución de electricidad renovable;*
- *Potenciar la generación de empleo cualificado además de instalaciones técnicas, comerciales y seguimiento.*

El proceso de penetración de la STBT se encuadra en una estrategia general del sector que Solplat ha analizado en su conjunto y del que se derivan acciones concretas en las áreas esenciales, tal como recoge la imagen adjunta de líneas de acción por temáticas. Es importante ver el conjunto pues de las acciones tecnológicas que se están llevando a cabo en el tejido industrial y de las aplicaciones en general destacan algunas que pueden considerase externas a la industria, pero no, todas ellas pertenecen a un mismo enfoque general, movilizar tecnologías directas y trasversales que todas ellas contribuyan al crecimiento del mercado. Un ejemplo, entre otros muchos sería el referido a la integración en los edificios de las instalaciones, de los procesos, de la administración de las industrias donde el potencial es significativo. Otra línea especial es la que se refiere al almacenamiento cuyos beneficios serían extensibles en manufacturas intermitentes, etc.

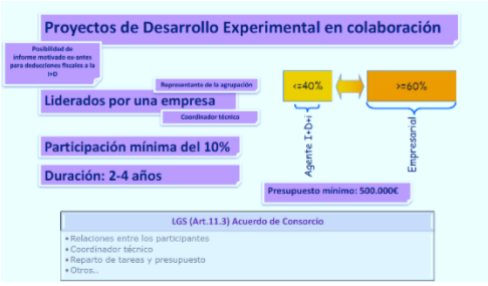


De forma sintética, el marco financiero desarrollado por Solplat en un estudio *ad hoc* correspondiente, se sustenta en las siguientes líneas:

- Marco Financiero Plurianual 2021-2027 y el pacto verde New Green Deal en desarrollo a través de instrumentos como los MRR o mecanismos movilizados para la recuperación y resiliencia. Todo ello se está replanteando a la vista de la situación pandémica. Las

principales prioridades en innovación en las que debería centrarse la RHC-ETIP y especialmente los proyectos de demostración importantes en I+D+I, son:

- Horizonte Europa Horizonte Europa es el próximo programa de financiación de la UE para la investigación y la innovación para el período 2021-2027 con un presupuesto propuesto de 100 000 millones de euros: clúster de Energía y Movilidad Climática; clúster digital, industrial y espacial; Misión de I + i en ciudades climáticamente neutrales.



- Fondo de Modernización l Fondo de Modernización es un nuevo fondo introducido en la Directiva ETS financiar proyectos que serán necesarios para la transición de la UE a bajas emisiones de carbono;
- El Fondo de Transición Energética ayudar a las regiones dependientes del carbón a ecologizar sus economías;
- Fondo nacional de eficiencia que se nutre de los operadores del sector y que sirve de soporte económico a las líneas de penetración de renovables y eficiencia energética del IDAE;
- Líneas del MINCIN: AEI con Retos colaboración y CDTI con diversidad de líneas de promoción, especialmente la línea Misión.

Y por último, las industrias a integrarse en este plan de desarrollo de instalaciones térmicas solares de baja temperatura en el sector industria pueden cubrir un amplio espectro de sectores como recoge el cuadro adjunto extraído de una análisis de la IEA referenciado y que sirve para enfocar el mercado en el que aparecen 10 sectores, 33 operaciones básicas de proceso y el rango de temperatura, aunque en muchos casos se refieren a una alta gama de temperaturas y no se especifica el rango. Esta proliferación de procesos, estudiados en parte en los estudios indicadoras anteriormente que demandan energía térmica son como puede verse muy extensos, abiertos y en muchos casos intensos.

Table 1: Industrial processes and temperature levels

Industrial Sector	Unit operation	Temperature range (°C)
Food	Drying	30-90
	Washing	60-90
	Pasteurising	60-80
	Boiling	95-105
	Sterilising	110-120
	Heat Treatment	40-60
Beverages	Washing	60-80
	Sterilising	60-90
	Pasteurising	60-70
Paper Industry	Cooking and Drying	60-80
	Boiler feed water	60-90
	Bleaching	130-150
Metal Surface Treatment	Treatment, electro-plating, etc.	30-80
Bricks and Blocks	Curing	60-140
Textile Industry	Bleaching	60-100
	Dyeing	70-90
	Drying, De-greasing	100-130
	Washing	40-80
	Fixing	160-180
	Pressing	80-100
Chemical Industry	Soaps	200-260
	Synthetic rubber	150-200
	Processing heat	120-180
	Pre-heating water	60-90
Plastic Industry	Preparation	120-140
	Distillation	140-150
	Separation	200-220
	Extension	140-160
	Drying	180-200
	Blending	120-140
Flour By-products	Sterilising	60-90
All Industrial Sectors	Pre-heating of boiler feed water	30-100
	Industrial solar cooling	55-180
	Heating of factory buildings	30-80

En suma: se dispone de tecnología de la transformación de la radiación solar en energía térmica; de demandantes de esta energía térmica, en muchos casos masiva o significativa, en la banda de generación de la STBT; hay un marco de planificación energética y clima que demanda reducción de emisiones y mejora de la eficiencia; y, unos recueros financieros para promocionar este tipo de instalaciones en el ámbito de la sostenibilidad y de la transformación profunda de la industria manufacturera. Solplat como proforma asume el reto de seguir trabajando en este campo en todo el ámbito de las empresas industriales, los fabricantes de bienes de equipo, promotores, prescriptores y la Administración con el fin de que de forma inmediata se lleven a cabo los primeros proyectos significativos y de referencia mencionados.

REFERENCIAS

- Renewables for heating and cooling. Untapped Potencial. RETD. IEA
- https://fafecyl.jcyl.es/web/jcyl/FundacionEmpleo/es/Plantilla100Detalle/1284262366285/_/1284717584094/Redaccion
- http://inship.eu/docs/fise_INSHIP_objectives_n_structure_general_description.pd
- http://ship-plants.info/

- http://solarheateurope.eu/publications/market-statistics/solar-heat-markets-in-europe/
- https://www.iea-shc.org/solar-heat-worldwide
- Strategic Work Plan 2019 – 2024. International Energy Agency (IEA). Solar Heating and Cooling Technology Collaboration Programme (SHC TCP).
- *REN21* https://www.ren21.net/gsr-2020/ RENEWABLES 2020. Global Status Report.
- APTE 2018. Informe final a Alinne. www.alinne.com
- http://solar-district-heating.eu. Plataforma SCH. EU
- http://www.solarthermalworld.org/sites/gstec/files/news/file/2018-01-13/solar_thermal_now_brochure_sta_uk.pdf
- *http://solarheateurope.eu/wp-content/uploads/2017/07/Solar_thermal_SRP.pdf*
- http://www.enertic.org/imgfiles/enerTIC/2018/PPS/Informe_SmartEnergy.pdf
- Informe del Mercado ASIT 2020
- PNIEC. https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.aspx
- http://ship-plants.info/
- Solar Heat Worldwide. Global Market and Trend 2019. AEE INTEC
- **RHC ETIP**: European Technology and Innovation Platform on Renewable Heating and Cooling
    - *EUREC: the Association of European Renewable Energy Research Centres*
    - *Bioenergy Europe (formerly known as AEBIOM)*
    - *EGEC: European Energy Council*
    - *EHP: Euroheat &Power*
    - *SolarHeatEurope (formerly known as ESTIF).*
    - *EHPA: European Heat Pump Association*