

## ITP-PTE-EE 2. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

### 1. DEFINICIÓN DE LA PROPUESTA

La recuperación de energía es una oportunidad para reducir de forma importante el consumo en el sector industrial, y si la energía recuperada es compartida con procesos industriales vecinos o con redes de calor y frío que se encuentren próximas, el potencial de ahorro energético se incrementa, junto con la valorización de los procesos que la originan.

En muchos procesos industriales se producen excedentes de calor en grandes cantidades, pero debido a barreras tecnológicas, reguladoras y de mercado no son aprovechadas. Un desarrollo de esta tecnología permitiría un mejor aprovechamiento en:

- Mejorar la eficiencia del proceso (reutilización interna)
- Adaptar su uso a otros procesos industriales (industrias próximas)
- Uso en redes de calor y frío urbanas
- Co/trigeneración distribuida

Este uso significaría un aumento en la rentabilidad de los procesos industriales y en la competitividad de las empresas que los ejecutan, a la vez que impulsaría el proceso de descarbonización y una reducción significativa del consumo de energía primaria

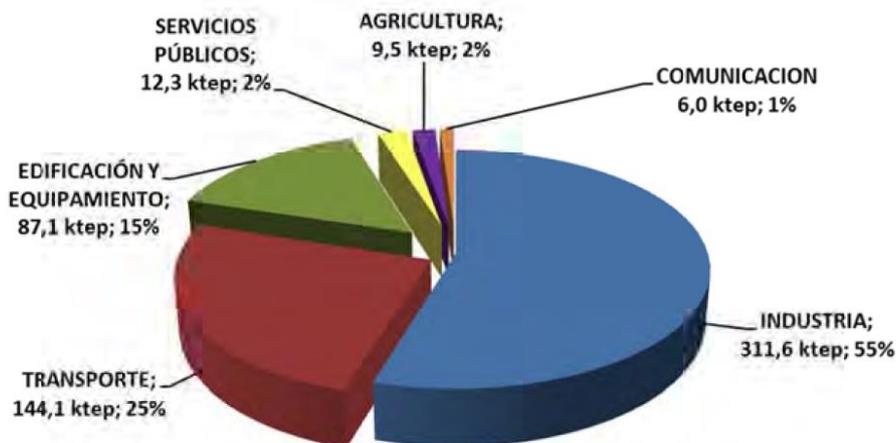
Muchas de las soluciones potenciales para recuperar la energía desperdiciada pueden replicarse en varios sectores industriales (por ejemplo, fermentaciones exotérmicas de alimentos y tecnologías disipadoras de calor) o pueden adaptarse a las especificidades de los diversos sectores industriales.

En el Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020, la industria, junto con el transporte, es uno de los sectores de mayor demanda de energía primaria y aunque se muestre una reducción de consumo en los últimos años, este se ha producido paralelamente a un descenso en el Índice de Producción Industrial, lo que una recuperación de la producción implicaría un aumento en el consumo energético.

Sectores	2007	2008	2009	2010	2011	2012
<b>Industria</b>	27.541	25.909	21.238	21.528	21.325	20.765
<b>Transporte</b>	42.089	40.318	37.719	37.025	35.890	33.229
<b>Usos Diversos</b>	28.358	28.283	28.664	30.455	29.272	29.007
<i>Residencial</i>	15.628	15.498	15.928	16.924	15.617	15.466
<i>Servicios</i>	8.822	9.300	9.409	9.801	10.234	10.068
<i>Agricultura</i>	2.947	2.699	2.363	2.244	2.404	2.397
<i>Otros no especificados</i>	962	786	965	1.487	1.017	1.076
<b>TOTAL</b>	<b>97.988</b>	<b>94.511</b>	<b>87.621</b>	<b>89.008</b>	<b>86.505</b>	<b>82.991</b>

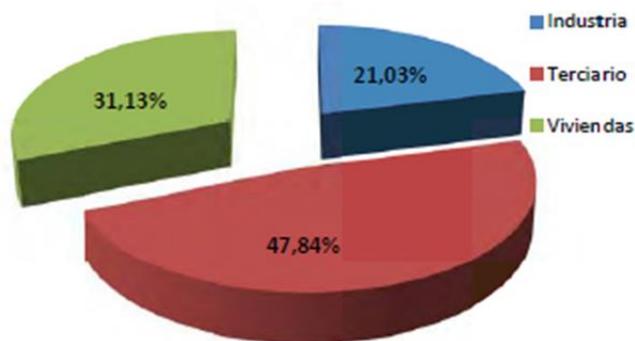
Fuente: PNAEE 2014-2020.

En los planes nacionales de ahorro energético realizados en respuesta al artículo 7 de la directiva 2012/27/UE, el 54.6% debe conseguirse en el sector industrial, siendo fundamental la adopción de las mejores tecnologías disponibles en equipos y procesos



Fuente: PNAEE 2014-2020.

Si estas tecnologías permiten compartir los flujos energéticos recuperados del sector industrial con otros sectores como es el residencial, la capacidad de actuación se incrementarían significativamente. Las redes de calor y frío del sector industrial suponen un 21% de la potencial total de las redes existentes en España, siendo el sector residencial y el terciario el 79% restante, conectar la industria con redes de calor y frío con núcleos próximos a las industrias podría suponer aumentar en un factor de 5 el potencial de aplicación de la tecnología.



Fuente: Asociación de empresas de Redes de Calor y Frío (ADHAC)

Teniendo en cuenta que cerca del 70% de la demanda energética en la industria es para usos térmicos y que se puede estimar que un 30% de esta energía es emitida a la atmósfera como calor residual. La tecnología propuesta permitirá recuperar esta energía para su utilización en sistemas urbanos de climatización, procesos de otras industrias o generación de electricidad.

Por estos motivos se considera que el desarrollo tecnológico de sistemas de recuperación y mejora energética en el sector industrial es una iniciativa tecnológica prioritaria en España.

El **objetivo general** de esta ITP es el desarrollo de equipos tecnológicos de transformación de calor residual industrial en calor útil, frío y electricidad para usos industriales, residenciales y del sector terciario

La tecnología desarrollada debe contemplar los regímenes de temperaturas del proceso de recuperación y del proceso de reutilización, debiendo compatibilizar ambos. En función de estos rangos de temperatura se deberían incluir sistemas de recuperadores de calor, máquinas de absorción (de efecto simple o doble), ciclos orgánicos de Rankine y otras tecnologías emergentes en el ámbito de la recuperación de energía.

- Recuperación de calor para procesos industriales (uso interno o compartiendo flujos energéticos con otras industrias). En función de la temperatura de recuperación y de las necesidades de los procesos industriales.
- Recuperación de calor para cogeneración. En función de la temperatura de recuperación podrán utilizarse Ciclos Orgánicos de Rankine o sistemas tradicionales (turbinado, etc)
- Recuperación de calor para redes de calor y frío, utilizando máquinas de absorción de doble o simple efecto.
- Generación de energía a partir de residuos industriales. El 26 de enero de 2017 la Comisión Europea emitió un comunicado sobre el rol de la conversión de residuos en energía en la economía circular. En este comunicado se expone que en 2014 el 1,5% del consumo final total de energía de la UE (unos 676 PJ / año). se ha cubierto mediante la recuperación de la energía de los residuos (incineración, co-incineración en hornos de cemento y digestión anaeróbica)

Esto implica la necesidad de desarrollo y optimización para este sector de tecnologías como son:

- Intercambiadores de calor entre diferentes tipos de fluidos
- Máquinas de absorción de simple, doble y triple efecto adaptados al sector
- Generadores basados en Ciclos Orgánicos de Rankine

El desarrollo de esta ITP conllevaría otros beneficios asociados como:

- Aumento de la competitividad industrial
- Incremento de la seguridad de suministro energético
- Disminución de la dependencia energética de factores extranacionales
- Aumento de la descarbonización con un impacto positivo sobre el medio ambiente

## 2. DEFINICIÓN TEMPORAL

Según se expone en la convocatoria de la Unión europea EE-18-2015 –“Nuevas tecnologías para la utilización de la recuperación de calor en grandes sistemas industriales, considerando todo el ciclo energético, desde la producción de calor hasta la transformación, la entrega y el uso final”, las actividades que se realizan para el desarrollo de esta tecnología se encuentran en niveles que van desde 4 a 7 (TRL), por lo que se espera que en un periodo de cuatro a cinco años se encuentren en fase de explotación. No obstante durante este periodo se podrán ir implantando los diversos resultados que se vayan generando.

## 3. ANÁLISIS DAFO DE LA ITP

A nivel nacional, las posibles debilidades, amenazas, oportunidades y fortalezas que con las que no encontramos para el desarrollo de esta iniciativa tecnológica son las siguientes:

FORTALEZAS	DEBILIDADES
Existencia en España de un tejido científico, de ingeniería e industrial capaz de realizar el desarrollo	No disponibilidad de una infraestructura de explotación existente
Recuperación de costes mediante el uso y/o venta de la energía recuperada	Falta de desarrollo del modelo de negocio
Aprovechamiento interno en necesidades auxiliares (calefacción/refrigeración) de planta	Falta de estudios de impacto sobre el mercado de negocio

OPORTUNIDADES	AMENAZAS
La energía en el sector industrial representa el 17,1% del PIB	No lograr retornos de inversión atractivos
La dependencia energética española del exterior es del 72,9%	Desarrollo de tecnologías por parte de terceros países
Existe soporte en la normativa española y europea	Proyectos con retornos de inversión largos

## 4. MERCADO TOTAL ACCESIBLE

La tecnología es aplicable a la mayoría del tejido industrial existente por lo que el mercado es en la práctica el sector industrial con procesos excedentes de calor.

Estimando el ahorro total acumulado hasta el 2030 equivalente a 133,4 Mtep en términos de energía primaria y 394,7 Mton CO<sub>2</sub> evitadas, lo que supondría un beneficio económico de 78.687 M €, teniendo en cuenta los siguientes supuestos (Fuente: Altran):

- Precio de la tonelada de CO<sub>2</sub> en el año 2020 : 25 € / tonelada .
- Precio del barril de Brent en 2020: 109,6 \$ .

## 5. PERFIL DEL PRODUCTO

Investigación y demostración sobre tecnologías, técnicas y enfoques operativos para recuperar el calor residual de los procesos industriales, a partir de los flujos de materiales originarios de los procesos industriales (por ejemplo, los flujos de residuos, subproductos, productos intermedios) o perímetros de las plantas y para la transforman en formas útiles de energía.

Para el desarrollo del producto es necesario:

- Nuevas soluciones de metodologías, sistemas y equipos innovadores
- Soluciones técnicas para la recuperación de calor para uso interno (proceso, planta) y externo (otras industrias)
- Prácticas de operativas que integren varios sectores industriales con la mayor eficiencia y calidad posible.
- Integración de redes de calor y frío de áreas urbanas con procesos de producción industrial.
- Validación completa en condiciones reales de producción con sitios de demostración en los que se probarán sistemas piloto en instalaciones industriales.
- Evaluar los potenciales de recuperación de calor residual mediante el modelado de opciones de recuperación de calor en el balance energético de la planta y del entorno
- Técnicas avanzadas de control y operación, automatización y medidas y protocolos de seguridad
- Módulos de recuperación de calor adaptables para la recuperación de calor en varios procesos y de diversas fuentes
- Cogeneración y trigeneración avanzadas, operando en cascada de flujos de energía
- Evaluación de soluciones adaptables y replicables para problemas no tecnológicos que obstaculizan la recuperación de calor y un mayor uso de calor recuperado, como organización de procesos y negocios, operación y diseño de plantas, mecanismos de cooperación, arreglos contractuales y financieros.

Por lo tanto es necesario implicar equipos multidisciplinares que incluyan organismos y centros de investigación para el desarrollo de los equipos y procesos con menor TRL, equipos de ingeniería de desarrollo, ingeniería de control, operación, mantenimiento y seguridad, ingeniería de organización e ingeniería de explotación.

## 6. RECURSOS NECESARIOS PARA EL DESARROLLO

Actualmente en España se cuenta con suficientes grupos de investigación en Centros tecnológicos, OPIS, Universidades, etc, para el desarrollo de la tecnología emergente, Así mismo existen ingenierías e industrias sobradamente capacitadas para desarrollar completamente el producto.

No obstante para explotar este potencial, es necesario:

- Aumentar la competitividad económica de la recuperación de calor residual
- Desarrollar soluciones prácticas existentes.
- Minimizar los costos económicos de la recuperación de calor

## **7. ASPECTOS FINANCIEROS, LEGALES Y REGULATORIOS**

El desarrollo de esta ITP se vería afectado de forma positiva si se adoptasen medidas

- Acciones nacionales para apoyar plantas piloto de soluciones y tecnologías económicamente viables que permitan recuperar al menos el 15% del calor del proceso
- Creación de medidas financieras y legales que reduzcan la percepción de los riesgos empresariales, produciendo una amplia difusión de las soluciones técnicas.
- Facilitar el suministro de energía en redes de distribución urbana mediante un marco regulatorio adecuado.
- Creación de líneas de financiación orientadas a la implantación de esta tecnología

## **8. CREACIÓN DE EMPLEO Y TEJIDO DE CONOCIMIENTO**

Se estima que la aplicación de medidas de eficiencia energética en el sector industrial supondría un 3,9% del PIB y se podrían crear alrededor de 750,000 puestos de trabajo (Fuente ALTRAN)

El proceso de desarrollo de la tecnología implicará la mejora del conocimiento en las ingenierías y equipos de investigación participantes así como en las industrias que los implanten.