

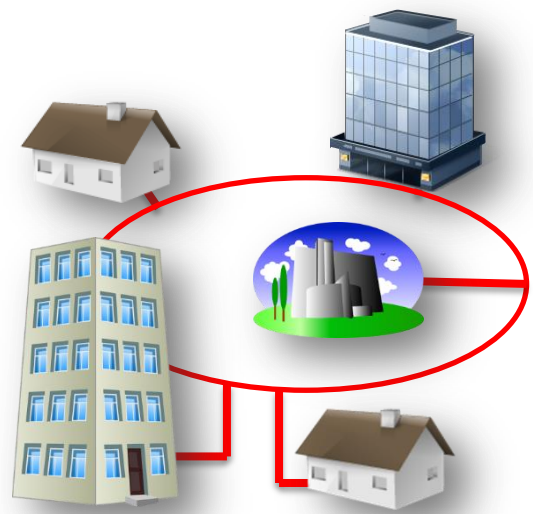
Análisis del Potencial de Desarrollo de Tecnologías Energéticas (APDTE 2018-2019)

ANEXO

EFICIENCIA ENERGÉTICA

Subsectores:

- I. Eficiencia Energética en Edificación y Distrito mediante integración de Energías Renovables
- II. Eficiencia Energética en el Sector Industrial con Recuperación de Calor Residual



CONTEXTO Y METODOLOGIA

Este segundo **Análisis del Potencial de Desarrollo de las Tecnologías Energéticas, APDTE 2018-19** (semejante al primero, desarrollado en 2014-15) coincide en el tiempo con el desarrollo del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (**PNIEC**) y con el de la Ley de Cambio Climático y Transición Energética (**LCCyTE**), a cuya evolución ha estado atento, y está, además, alineado con los objetivos generales de la Estrategia Española de Ciencia y Tecnología y de Innovación.

El impulso a la I+D+i energética en ambos (Plan y Ley) habrá de potenciarse de manera decidida si el país apuesta por maximizar el aprovechamiento de oportunidades de desarrollo socioeconómico que la ineludible transición energética demanda.

La premisa en la que se basa la actividad de ALINNE (Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas) es que **la investigación y la innovación (I+i) estimulan la productividad y la competitividad del país**, son esenciales para mantener nuestro modelo socioeconómico y permiten afrontar los desafíos asociados a la energía (transición energética, generación, uso e impacto medioambiental) sacando partido de nuestros recursos y fortalezas y creando oportunidades de desarrollo socioeconómico.

El APDTE 2018-2019 ha seguido una **metodología**, semejante a la del primer APDTE 2015, basada en la colaboración entre las Plataformas Tecnológicas Españolas de ámbito Energético (PTEs), ALINNE y un Grupo de Evaluación (GEVAL, formado por unos 45 expertos) y se ha **desarrollado en varias fases**: 1) aportación de datos sobre 15 indicadores de evaluación propuestos; 2) presentación de la situación y perspectivas por parte de las PTEs; 3) valoración de la situación y tendencias por el GEVAL mediante votaciones, siguiendo el método de subjetividad compartida; 4) la redacción de un anexo (como el que aquí se presenta), a partir de toda la información recabada, para cada área tecnológica y 5) redacción de un Resumen Ejecutivo del APDTE 2018-19 con la síntesis de resultados del conjunto de las 13 áreas tecnológicas analizadas.

En este anexo se recogen los resultados del análisis de potencial de desarrollo de dos Sub-Áreas tecnológicas dentro del Área de Eficiencia Energética:

- i) **Redes de Distrito (Calor y frío) con fuentes de Energías Renovables**
- ii) **Eficiencia Energética en el Sector Industrial mediante la recuperación de calor residual**

Se ha contado para ello con la colaboración de la Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética (PTE EE)

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Perspectiva Global de La Eficiencia Energética	7
1.1.1. Redes de Distrito (calor y frío) con fuentes de Energías Renovables	8
1.1.2. Perspectiva Global de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial	11
1.2. Perspectiva de la Eficiencia Energética en la Unión Europea	13
1.3. Perspectiva de las Tecnologías de EE en España	14
1.4. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de tecnologías y Medidas de Eficiencia Energética	22
1.4.1. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de las Redes de Distrito (calor y frío) con EE.RR.	22
1.4.2. Argumentos básicos para apoyar el impulso a la Eficiencia Energética en el Sector Industrial	24
1.5. Potencialidades de las Medidas y Tecnologías de Eficiencia Energética frente a la Transición Energética	25
1.5.1. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de las EE.RR. para Calor y Frío en Redes de Distrito	26
1.5.2. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial	26
1.6. Tipos de apoyo que reivindican los sectores de la Eficiencia Energética ...	28
1.6.1. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de las EE.RR. para Calor y Frío en Redes de Distrito	28
1.6.2. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial	31
2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIO ECONÓMICAS DEL SECTOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	32
2.1. Economía, Empleo y Costes	33
2.1.1. Contribución al PIB español	33
2.1.2. Generación de Empleo	35
2.1.3. Costes de Generación y Ahorros por No Emisiones	37
2.1.4. Contabilidad de las externalidades	40
2.2. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación	41
2.2.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i	41
2.2.2. Financiación obtenida por la tecnología	43
2.3. Posicionamiento Tecnológico	45
2.3.1. Madurez Tecnológica	45
2.3.2. Posicionamiento de las empresas nacionales	46

3. RETOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO	49
3.1. Retos de I+D+i en Redes de Calor y Frío para Distritos con Energías Renovables	49
3.1.1. ITP (resumen): Producción de Energía Descentralizada a nivel de Distrito utilizando diferentes fuentes de energía.	50
3.2. Retos de I+D+i en Mejora de la Eficiencia Energética en Procesos Industriales	52
3.2.1. ITP (resumen): Sistemas de Recuperación y Mejora Energética en Sector Industrial.	53
4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL.....	55
5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES	60
5.1. Contribuciones y Expertos Participantes	60
5.2. Agradecimientos	60
5.3. Referencias Bibliográficas	61
5.4. Abreviaturas	62
5.5. Listado de Apéndices	63

1. INTRODUCCIÓN

La eficiencia energética es un **pilar clave para la transición energética** que implica desarrollos tecnológicos para usar menos energía (especialmente si es energía de origen fósil) en la obtención de productos y servicios (de igual o mejor calidad y prestaciones) y requiere profundizar en la concienciación (de personas, empresas y administraciones) de que “la energía que menos contamina es la que no se consume” y en la adopción de medidas de ahorro energético para la reducción y gestión de la demanda.

Los **múltiples** beneficios de la eficiencia energética suelen ser mucho más valiosos que el ahorro de energía por sí solo. La eficiencia energética contribuye “a la mejora de la calidad del aire y la salud pública, la reducción las emisiones de gases de efecto invernadero, el refuerzo de la seguridad energética al reducir la dependencia de las importaciones de energía entre regiones, recorta los costes de energía de los hogares y las empresas, contribuye a atenuar la pobreza energética y propicia la competitividad, un mayor empleo y una mayor actividad económica en todos los sectores de la economía, mejorando por consiguiente la calidad de vida de los ciudadanos”¹.

Las **medidas de eficiencia energética son necesarias en casi todos los sectores de uso final² y áreas tecnológicas**: edificación residencial y terciaria (construcción y equipamiento), procesos industriales, movilidad y transporte, agricultura y bosques, suministros energéticos (generación, transmisión y distribución), etc. y en todos los pasos de la cadena de valor (desde el diseño adecuado –por ejemplo con técnicas pasivas para calefacción y refrigeración en edificios- , pasando por los procesos y servicios hasta el reciclaje para hacer más eficientes los recursos materiales). Entre las estrategias para reducción de la demanda de energía se recomiendan³: como urgentes y prioritarias:

- **Eficiencia energética en la edificación** ya sean edificios **de nueva construcción** (interviniendo principalmente en el diseño para ahorrar energía en calefacción, climatización, y en el reciclaje de residuos y suministro de agua) **o en edificios existentes⁴** (principalmente medidas de **rehabilitación energética** y/o **integración de energías renovables**).

¹ [5] Directiva (UE) 2018/2002 del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética

² Según la IEA (World Energy Outlook 2019), el uso global de energía final de 2018 por sector fue: Edificios 31%; Industria 29%; Transporte 29%; Uso no energético (otro) 11%

³ 12 strategies to step up global energy efficiency (Advice from three expert NGOs to IEA’s High-Level Commission on Energy Efficiency)

⁴ La mayoría de las viviendas y edificios comerciales que estarán en pie en 2050 ya se han construido, lo que hace que las rehabilitaciones para mejora de eficiencia sean de vital importancia

En ambos casos (edificios existentes o nuevos) la **digitalización** (mediante integración de sensores, controles automatizados y software inteligente) pueden reducir y optimizar el uso de energía. Por otro lado la **electrificación** de los edificios (en regiones con redes eléctricas limpias) puede reducir tanto el uso de energía para calefacción o agua caliente (utilizando bombas de calor) como de las emisiones

- **Eficiencia energética en el sector industrial** mediante reducción de los consumos energéticos en los procesos clave (producción de materiales metálicos, no metálicos, químicos, etc.) y la integración de los flujos de conversión de residuos. También debe explorarse la viabilidad de reemplazar productos intensivos en energía (acero y el cemento) por productos de baja energía como ladrillos de cenizas volantes o productos de madera estructural (que también pueden actuar como sumideros de carbono).
- **Eficiencia energética en el transporte** mediante la mejora de los estándares de eficiencia de combustible de los **vehículos ligeros y pesados**, el despliegue de más vehículos eléctricos (especialmente en áreas con redes eléctricas más limpias). Las mejoras en el uso de energía a largo plazo en este sector requerirá soluciones tecnológicas (para transporte de corta, media y larga distancia, de mercancías) y modificaciones en planificación de la movilidad a nivel local y regional así como nuevas combinaciones modales (carretera, tren,...).
- **Mejoras de eficiencia en los sistemas de distribución eléctrica** mediante, por ejemplo, las nuevas tecnologías de redes eléctricas, como la reducción de voltaje de conservación y los transformadores de núcleo amorfo, pueden reducir las pérdidas de energía en la red (así como en hogares y edificios). Un mejor diseño de la red, la medición inteligente, la integración de la gestión del lado de la demanda y las intervenciones de respuesta a la demanda pueden reducir las pérdidas.

Las tecnologías específicas de Eficiencia Energética (EE) combinan frecuentemente medidas de EE e integración de Energías Renovables (RE), dado que dicha combinación EE/RE ofrece importantes sinergias tanto en generación como en sectores de uso final⁵.

En este Anexo se analizarán la situación, retos y potencial desarrollo en dos áreas tecnológicas asociadas a la Eficiencia Energética:

i) Redes de Distrito (Calor y frío) con fuentes de Energías Renovables y equipos de climatización (calor y frío) centralizados que ofrecen un gran potencial de mejora de eficiencia energética en la climatización de espacios residenciales⁶.

⁵ IRENA (2017), "Synergies between renewable energy and energy efficiency, a working paper based on REmap", International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi, www.irena.org/remap

⁶ Según la Agencia Internacional de Energía, la eficiencia energética mejorada en edificios, procesos industriales y transporte podría reducir las necesidades de energía del mundo en 2050 en un tercio, y ayudar a controlar las emisiones globales de gases de efecto invernadero

ii) Eficiencia Energética en el Sector Industrial con sistemas de recuperación de calor y mejora energética⁷

La documentación disponible, aportada por la PTE-EE para el ejercicio de análisis ha sido complementada utilizando la propia web de la Plataforma PTE-EE y otras fuentes institucionales y bibliográficas.

1.1. Perspectiva Global de La Eficiencia Energética

Según la AIE⁸: *“Desde 2015, las mejoras globales en la eficiencia energética, medidas por la intensidad de la energía primaria, han ido disminuyendo. La crisis de Covid-19 agrega un nivel extra de estrés. Como resultado de la crisis y los continuos bajos precios de la energía, se espera que la intensidad energética mejore solo un 0,8% en 2020, aproximadamente la mitad de las tasas, corregidas por el clima, para 2019 (1,6%) y 2018 (1,5%). Esto está muy por debajo del nivel necesario para alcanzar los objetivos de sostenibilidad y clima global. Es especialmente preocupante porque la eficiencia energética ha de generar más del 40% de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la energía durante los próximos 20 años en el Escenario de desarrollo sostenible de la AIE, que muestra cómo encaminar al mundo para lograr los objetivos internacionales de clima y energía en su totalidad”.*[21]

Al mismo tiempo, esta crisis (del COVID 19) representa una oportunidad para cambiar a un sistema energético más eficiente, con múltiples beneficios. Algunas posibles respuestas a la crisis, como la inversión pública en infraestructura para mejorar la sostenibilidad en el transporte en las ciudades, pueden acelerar la transición hacia un transporte más eficiente y sostenible. Además, esta crisis se produce en un contexto de grandes cambios en el sistema energético que brindan oportunidades para impulsar la eficiencia. La electrificación del sistema energético continúa y la energía renovable a gran y pequeña escala está creciendo rápidamente.

En el actual contexto de transición ecológica, las medidas de eficiencia energética o de ahorro energético tienen, además, la connotación de **“ahorro de energías fósiles”**, de modo que su desarrollo y aplicación en muchas áreas tecnológicas suele combinar el desarrollo y aplicación de medidas de uso eficiente de la energía con la integración de **energías renovables**⁹.

⁷ incluye 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

⁸ IEA 2020. “Energy Efficiency 2020”. www.iea.org

⁹ La eficiencia operativa de los sistemas energéticos en un determinado momento está condicionada por la capacidad de introducir en la red, de forma fluida y flexible, energía generada a partir de diferentes fuentes con niveles de inercia y tiempos de puesta en marcha diferentes. La mejora de dicha eficiencia permitirá un mejor aprovechamiento de las energías renovables

Para duplicar la participación de las energías renovables en el consumo mundial de energía¹⁰, se necesita un despliegue acelerado en todos los sectores. Esto incluye sectores de uso final, como edificios, industria y transporte, y también sectores transformadores, como generación de energía y calefacción y refrigeración de distrito.

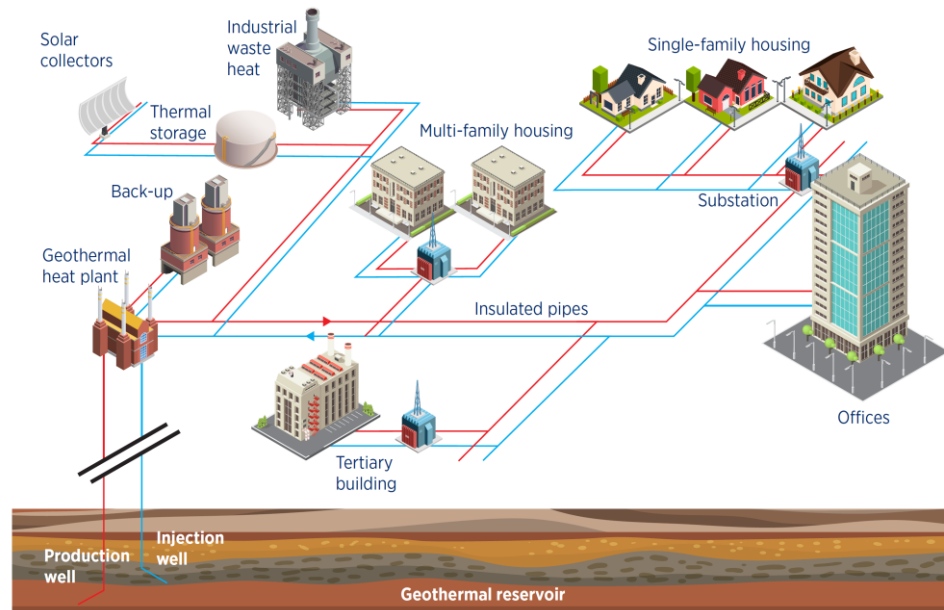
1.1.1. Redes de Distrito (calor y frío) con fuentes de Energías Renovables

La calefacción es uno de los principales usos finales de la energía. En la actualidad, gran parte de esta demanda se satisface mediante la quema de combustibles fósiles, lo que convierte al sector en un contribuyente significativo a las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación del aire. Las energías renovables pueden desempeñar un papel importante en la descarbonización de la forma en que calentamos hogares y negocios.

Como alternativa, la calefacción y refrigeración de distrito (DH&C –District Heating and Cooling- en inglés) ofrece la posibilidad de incrementar significativamente el uso de energías renovables en las necesidades energéticas asociadas a la edificación.

Una **central de distrito** con energías renovables está diseñada para dar cobertura a la demanda energética de un grupo de edificios físicamente cercanos, utilizando diversas opciones energéticas en función de cada caso (centrales de cogeneración, incineradoras, calor residual de procesos industriales, geotermia y en general, las fuentes renovables que son más fácilmente aprovechables en sistemas centralizados, como la biomasa, eólica o la energía solar) en sustitución de las energías convencionales fósiles.

¹⁰ IRENA (2014). [ReMAP 2030. Hoja de Ruta para las Energías Renovables](#)



Note: These are only examples of possible energy sources for a district heating network.

Figura 1. Ejemplo diagrama esquemático de un sistema de **calefacción urbana** que utiliza múltiples fuentes de energía (Tomado de IRENA, [24])

El calor se genera en una (o varias) ubicaciones centrales (o descentralizadas) y se transporta a través de una red de tuberías de transmisión y distribución aisladas y equipos auxiliares. Este sistema permite cubrir los requisitos de calefacción de espacios y agua caliente sanitaria (ACS) para edificios residenciales y terciarios.

La **refrigeración urbana** puede verse como una red de calefacción inversa que funciona con principios muy similares a los de la calefacción urbana. El sistema de refrigeración de distrito distribuye agua helada a edificios, oficinas y fábricas residenciales y comerciales. En este caso la generación principal se realiza mediante enfriadoras por compresión mecánica de alta eficiencia, refrigeradas con agua de río o de mar, o con torres de refrigeración. Aparece también en alguna instalación la máquina de absorción como fuente destacada de eficiencia para la generación de frío aprovechando calores residuales.

Tradicionalmente, los biocombustibles han sido la principal alternativa de energía renovable a los combustibles fósiles en la calefacción y la refrigeración de distritos. Sin embargo, las mejoras recientes en el aislamiento y la digitalización de los edificios han abierto las redes de energía de distrito a otras fuentes renovables accesibles de baja temperatura tales como geotermia de baja temperatura, energía solar térmica y fuentes de calor residual.

Estas fuentes renovables están ampliamente disponibles en muchas regiones. Sin embargo, permanecen en gran parte sin explotar porque no son inmediatamente compatibles con la infraestructura energética del distrito actual y el parque de edificios existente de acuerdo con IRENA¹¹

Una ventaja clave de las redes de energía de distrito es que utilizan fuentes de calor y frío que no serían adecuadas para su uso en sistemas de calefacción autónomos. Las redes de energía de los distritos pueden acceder a la energía para calefacción y refrigeración de calderas, cogeneración, bombas de calor, almacenamiento estacional o fuentes renovables como la energía geotérmica o solar térmica. Esto da como resultado una mayor eficiencia de generación de energía del distrito y facilita la utilización del calor residual de las industrias o del sector de servicios.

Con la inclusión dentro de estos sistemas centralizados la generación de electricidad para autoconsumo y venta de excedentes, complementada con la opción de refrigeración, los sistemas “trigeneración¹²” de centrales de distrito tiene el potencial de ser una actividad económica rentable¹³;



Figura 2. Visión de Aplicación de la Eficiencia Energética a nivel Distrito (Fuente; PTE-EE)

En la **situación actual**, según IRENA, [22]:

- El despliegue de las redes de distrito para calefacción y refrigeración con energías renovables es aún incipiente (en 2014, la calefacción urbana renovable representó solo el 1% del uso de energía renovable en todo el mundo, mientras que la contribución de la refrigeración urbana renovable fue insignificante”.

¹¹ IRENA (2021) "Integrating Low-Temperature Renewables in District Energy Systems" publicado en colaboración con la Universidad de Aalborg, Dinamarca. download: www.irena.org/publications

¹² trigeneración = generación de calor, frío y electricidad a nivel local

¹³ como la red local de frío, calor y electricidad del aeropuerto de Barajas ejemplo destacable de este tipo de aplicaciones.

- El papel de la DHC es muy diverso entre países, y su uso parece estar más influenciado por factores institucionales y desarrollos históricos que por las condiciones climáticas.”
- En los países del sur de Europa estos sistemas aún son escasos. Esto es debido, en parte, a la climatología benigna que hace que la existencia de un sistema de calefacción no sea una necesidad vital. Al haber bajas demandas la rentabilidad se reduce.
- La refrigeración de distrito se utiliza principalmente para suministrar climatización ambiental en edificios comerciales. Su despliegue es en gran medida independiente del clima y los sistemas se pueden encontrar en una amplia gama de latitudes. En los Emiratos Árabes Unidos (EAU), cubre más del 20% de la carga total de refrigeración de espacios, en parte en edificios residenciales. Existen políticas sólidas para aumentar esta participación en los Emiratos Árabes Unidos, pero el enfriamiento de distrito ha recibido una atención limitada en otros países”.
- El DHC renovable está dominado actualmente por el uso de biomasa para calefacción urbana. En la mayoría de los países, la mayor parte de la calefacción urbana está cubierta por plantas de cogeneración (calor y electricidad combinados, o CHP). Por ejemplo, en Alemania, casi el 90% de los sistemas de calefacción urbana están conectados a plantas de cogeneración”.

1.1.2. Perspectiva Global de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial

La industria consume el 29% de la energía mundial y la mejora de la eficiencia energética es necesaria en todos los sectores de la industria. No obstante, casi dos tercios de todo el consumo de energía industrial corresponde a solo cuatro sectores industriales¹⁴: químico y petroquímico (33%), hierro y acero (17%), cemento (9%) y pulpa y papel (5%). Lograr una mayor eficiencia energética en la industria puede contribuir de manera significativa a resolver los problemas energéticos y medioambientales locales, nacionales y mundiales.

La industria utiliza una gran cantidad de energía para impulsar una amplia gama de procesos de fabricación y extracción de recursos. Muchos procesos industriales requieren grandes cantidades de calor y energía mecánica, la mayor parte de la cual generada con gas natural, combustibles derivados del petróleo y/o electricidad. Además, algunas industrias generan materiales y calor residual que pueden recuperarse para mejorar la eficiencia energética y/o reducir la huella de carbono.

¹⁴ International Energy Agency. 2008. Worldwide Trends in Energy Use and Efficiency. https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Indicators_2008.pdf

Debido a que los procesos industriales son tan diversos (abarcando desde proceso que se realizan en frío o abaja temperatura hasta procesos que requieren de alta temperatura) es imposible describir la multitud de oportunidades para mejorar la eficiencia energética en la industria. No obstante, **la eficiencia energética es un factor de coste importante en todos los eslabones o pasos de la cadena de valor** (y de la vida útil) **de un producto**. La gestión eficaz de la energía en la industria, independientemente del tamaño, la tecnología o el proceso, aumentará la eficiencia energética en al menos un 5%.

Entre las **medidas de EE en la industria** se encuentran:

- Implementar la **cogeneración**¹⁵, **disminuir el nivel y la cantidad de calor del proceso o recuperar el calor residual del proceso** brinda importantes oportunidades de eficiencia energética en muchos casos.
- Las **calderas y hornos avanzados** pueden funcionar a temperaturas más altas mientras queman menos combustible¹⁶. Estas tecnologías son más eficientes y producen menos contaminantes.
- Los **motores eléctricos** son, con mucho, el tipo de carga eléctrica más importante en la industria que utiliza aproximadamente el 70% de la electricidad consumida. En el sector terciario, los sistemas de motores eléctricos utilizan alrededor de un tercio de la electricidad consumida. Los motores eléctricos generalmente funcionan a una velocidad constante, pero **un variador de velocidad** permite que la salida de energía del motor coincida con la carga requerida. Con ello se **consigue un ahorro energético** que oscila entre el 3 y el 60%, dependiendo de cómo se utilice el motor.
- La industria utiliza una gran cantidad de **bombas y compresores** de todas las formas y tamaños y para una amplia variedad de aplicaciones. La eficiencia de las bombas y los compresores depende de muchos factores, pero a menudo se pueden realizar mejoras **implementando un mejor control de procesos y mejores prácticas de mantenimiento**.
- Etc.

¹⁵ Varias industrias cogeneran vapor y electricidad para su uso posterior dentro de sus propias instalaciones. Cuando se genera electricidad, el calor que se produce como subproducto puede capturarse y utilizarse para procesos de vapor, calefacción u otros fines industriales. La cogeneración convierte hasta el 90% del combustible en energía utilizable

¹⁶ Más del 45% del combustible utilizado por los fabricantes estadounidenses se quema para producir vapor. La instalación industrial típica puede reducir su uso de energía en un 20% (según el Departamento de Energía de EE. UU.) Aislando las líneas de retorno de vapor y condensado, deteniendo las fugas de vapor y manteniendo las trampas de vapor.

La eficiencia energética en la industria ha mejorado significativamente en la última década, y aún son posibles (y muy necesarias) mejoras adicionales mediante la implementación de las mejores tecnologías disponibles y pautas de diseño para los activos existentes. Además, las medidas de eficiencia ofrecen algunas de las opciones de menor costo para reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂); sin embargo, se necesita un despliegue más amplio de instrumentos de política bien conocidos y rentables para lograr este potencial. En especial se necesitan soluciones alternativas para reducir los consumos de energía y/o las emisiones de carbono en los sectores más intensivos en energía arriba mencionados.

1.2. Perspectiva de la Eficiencia Energética en la Unión Europea

Siguiendo el principio “primero, la eficiencia energética” la Comisión Europea¹⁷ propone la eficiencia energética en la edificación como el primero de los bloques de medidas a acometer para la transición hacia una sociedad descarbonizada y energéticamente sostenible.

En diciembre de 2018, el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea adoptaron la Directiva revisada de eficiencia energética (EED-UE), [5]. La EED revisada estableció **el objetivo de eficiencia energética para 2030 en al menos el 32,5% con el objetivo del 20% para 2020**. También incluyó una posible cláusula de revisión al alza, que aumenta el nivel de ambición en comparación con los esfuerzos necesarios para cumplir los objetivos de 2020.

La EED-UE [5] establece normas destinadas a eliminar barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias del mercado que obstaculizan la eficiencia en el abastecimiento y el consumo de energía, y se dispone el establecimiento de objetivos y contribuciones orientativos nacionales de eficiencia energética para 2020 y 2030 y contribuye a la aplicación del principio “primero, la eficiencia energética”.

En el artículo 3 se establece que “Cada Estado miembro fijará contribuciones orientativas nacionales de eficiencia energética a los objetivos de la Unión para 2030...” “En la fijación de esas contribuciones, los Estados miembros tendrán en cuenta que el consumo de energía de la Unión en 2030 no deberá exceder de 1.273 Mtep de energía primaria ni/o de 956 Mtep de energía final. Los Estados miembros notificarán esas contribuciones a la Comisión como parte de sus planes nacionales integrados de energía y clima”.

El artículo 7 [5] establece la “**Obligación de ahorro de energía**: Los Estados miembros lograrán un ahorro acumulado de uso final de la energía, como mínimo equivalente a:

¹⁷ [Estrategia de descarbonización a largo plazo 2050 \(para una economía española moderna, competitiva y climáticamente neutra en 2050\)](#)

- a. la consecución de un nuevo ahorro cada año, desde el 1 de enero de 2014 hasta el 31 de diciembre de 2020, del **1,5 %** de las ventas anuales de energía a clientes finales, en volumen, como promedio de los últimos tres años previos al 1 de enero de 2013.
- b. la consecución de un nuevo ahorro cada año, desde el 1 de enero de 2021 hasta el 31 de diciembre de 2030, del 0,8 % del consumo anual de energía final, como promedio de los últimos tres años previos al 1 de enero de 2019.

La [monitorización del cumplimiento de los objetivos de EE realizada por la CE](#) muestra una disminución gradual entre 2007 y 2014 y en menor medida entre 2014 y 2017. En 2018, esta tendencia creciente se moderó y el consumo de energía primaria incluso disminuyó en comparación con 2017.

La crisis de COVID ha reducido significativamente el volumen de la economía y, en consecuencia, disminuyó el consumo de energía en 2020.

Sin embargo, el aumento de la actividad económica impulsará un mayor consumo de energía, aunque deberá hacerlo con una intensidad energética mejor. El ahorro de energía ha ayudado a compensar el impacto de estos aumentos, lo que ha llevado a mejoras graduales en la intensidad energética¹⁸. A pesar de ello, el ahorro de energía no ha sido lo suficientemente alto como para compensar el impacto del crecimiento de la actividad económica, posiblemente también debido a los retrasos en la implementación de políticas de eficiencia energética en algunos Estados miembros.

En este contexto, ha quedado claro que es necesario redoblar los esfuerzos para alcanzar los objetivos para la próxima década 2021-2030.

Aunque todos los sectores económicos deben tomar medidas para aumentar la eficiencia del consumo de energía, se prestará una atención especial a los sectores con un enorme potencial de mejora en eficiencia energética; en particular los sectores de la edificación, del transporte y la integración de energías renovables en procesos industriales.

1.3. Perspectiva de las Tecnologías de EE en España

También en España, debido al carácter vinculante de las políticas Europeas relacionadas con la mitigación del cambio climático, la eficiencia energética ocupa un papel central en las políticas de planificación energética dada su importancia estratégica en la transición hacia una economía más competitiva y sostenible. En este nivel de ambición, el PNIEC concreta para España, un objetivo de **mejora de la eficiencia energética del 39,5%** (frente al 32,5% en la UE) para 2030 respecto a los valores en 1990.

¹⁸ La intensidad energética se define como la cantidad de energía necesaria para producir una unidad de PIB, generalmente expresada como toneladas equivalentes de petróleo (tep) por USD 1000 de PIB en términos constantes.

La implementación del PNIEC permitirá alcanzar los siguientes niveles de mejora, tanto de reducción de emisiones como de eficiencia y despliegue de energías renovables:

- 23 % de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) respecto a 1990.
- 42 % de renovables sobre el uso final de la energía.
- 39,5 % de mejora de la eficiencia energética.
- 74 % de energía renovable en la generación eléctrica, para lo cual se incluyen una serie de medidas relacionadas con la integración de energías renovables, la eficiencia energética o la seguridad energética.

La segunda de las cinco dimensiones en que se articula el PNIEC para conseguir la neutralidad climática en España, (con la reducción de al menos un 23 % de las emisiones de GEI, en

el horizonte 2030, se centra en **la eficiencia energética con el 39,5% de mejora**; y se anexa una “Relación de acciones y transformaciones que derivarán de las medidas del plan, contempladas en el Estudio Ambiental Estratégico” para esta dimensión de Eficiencia Energética¹⁹ y que en relación a las Áreas Tecnológicas que se analizan en este informe son las siguientes:

Medida del PNIEC	Acciones y transformaciones
2.5 Mejoras en la tecnología y sistemas de gestión de procesos industriales .	<ul style="list-style-type: none"> - Sustitución de equipos e instalaciones industriales con peor rendimiento energético por otros que utilicen tecnologías más eficientes. Implantación de sistemas de gestión energética en la industria.
2.6 Eficiencia energética en edificios existentes del sector residencial.	- Mejora en la envolvente térmica de los edificios y reducción de su demanda de calefacción y refrigeración.
	- Mejora de las instalaciones térmicas (calefacción, climatización, producción de agua caliente sanitaria y ventilación) e incorporación de fuentes de energía alternativas.
2.7 Renovación del equipamiento residencial.	- Renovación de equipos domésticos consumidores de energía (prioritarios: frigoríficos, congeladores, lavadoras, lavavajillas, hornos y cocinas).
	- Mejora en los niveles de formación e información de los usuarios relacionados con la mejora en la eficiencia energética del parque de equipos domésticos consumidores de energía.
2.8 Eficiencia energética en la edificación del sector terciario.	- Mejoras en la envolvente térmica de los edificios para conseguir una reducción de la demanda de calefacción y refrigeración del edificio.
	- Mejora de las instalaciones térmicas (calefacción, climatización, producción de agua caliente sanitaria y ventilación) e incorporación de fuentes de energía alternativas.
	- Rehabilitación energética de instalaciones de iluminación interior de edificios uso terciario.
2.9 Eficiencia energética en equipos generadores de frío y grandes instalaciones de	- Renovación de grandes instalaciones de climatización, de equipos de frío y de mobiliario de conservación y congelación.
	- Mejora de la eficiencia energética del

¹⁹ BOE 11 Enero 2021: Resolución de 30 de diciembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula la declaración ambiental estratégica del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030

climatización del sector terciario e infraestructuras públicas.	alumbrado público. – Mejora de la eficiencia energética en instalaciones de potabilización, depuración y desalación de agua.
2.16. Otras medidas para promover la eficiencia energética: la transición en la cogeneración de alta eficiencia	- Cogeneración como sistema de respaldo que contribuya a la estabilidad del sistema - Impulso a la cogeneración de alta eficiencia hasta un total de 1.200 MW (a 2030)

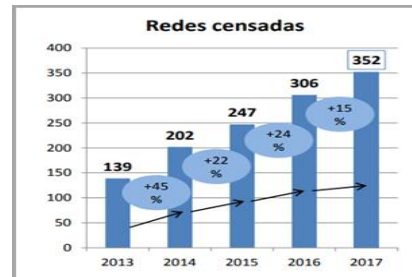
Situación en España de las Redes de calor y frío con Energías Renovables:

Según la actual *Estrategia a Largo Plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España*²⁰, las redes de calor y frío constituyen una herramienta fundamental para llevar a cabo una política basada en la eficiencia estableciendo sinergias entre una producción energética centralizada y un aprovechamiento de recursos energéticos locales como fuentes de energías renovables o calores residuales.

Sin embargo y a pesar de sus innegables ventajas, la penetración de las redes de calor y frío en España todavía es aún pequeña. Según las estadísticas comunicadas en el marco del artículo 24(6) de la Directiva 2012/27/UE, el consumo de energía final en redes de calor y frío en España en el año 2017 fue de 1.777,29 TJ (aprox. 42,5 ktep), lo que representa una cuota sobre el total de consumo en el sector de calefacción y refrigeración del **0,15%** (es decir, muy por debajo del 2% recogido en el artículo 24.10(a) de la Directiva 2018/2001 relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables”).

²⁰ (ERESEE 2020) SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA “ACTUALIZACIÓN 2020 DE LA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA”. https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_ltrs_2020.pdf

“No obstante, las redes de frío y calor en España han crecido en los últimos años tanto en número de redes, como en potencia instalada. En 2011, la ADHAC (Asociación de Empresas de Redes de Calor y Frío) identificó 46 redes operativas, cifra que ha ascendido a 414 en el último informe presentado en 2019.



Si bien las cifras son pequeñas en comparación con otros países de nuestro entorno, el crecimiento del desarrollo de las redes de climatización en España está siendo imparable, **sobre todo en el ámbito rural y con aprovechamiento de energías renovables, principalmente biomasa.**

Los datos del último censo publicado por ADHAC muestran los siguientes datos generales:

- Más de 5.000 edificios suministrados de energía.
- Más de 740 km de longitud.
- Un ahorro superior a las 300 ktCO₂ al año
- 1.189 MW de potencia térmica instalada.
- 386 MW de frío instalados.
- **Un 80% de las redes de calor y frío españolas emplean energías renovables en su mix energético.** Lo que resulta lógico dado el tardío desarrollo que las redes están teniendo en nuestro país.

Respecto a la tipología de redes la mayor parte de ellas son de calor (más de 370), si bien son las 36 de calor y frío las que tienen una mayor potencia instalada y una mayor longitud construida.

La evolución de las redes nos muestra un importantísimo crecimiento en entornos rurales, donde se han construido micro redes que generan calor tanto para edificios públicos, como para el sector residencial y terciario. En los últimos años hemos asistido asimismo a la construcción y puesta en marcha de nuevas redes en entorno urbano, que debería ser una tendencia en nuestro país para incrementar significativamente el ahorro y la sustitución de instalaciones individuales poco eficientes por instalaciones de redes urbanas de gran eficiencia.

A pesar de esta tendencia, el mercado de calor y frío de distrito todavía está muy concentrado en 15 redes ubicadas que representan el 51% de la capacidad total instalada.

Entre los ejemplos son conocidos los casos de la Universidad de Valladolid, Sant Pere de Torelló (Cataluña) o Molins de Rei, también en Cataluña. Otro ejemplo de nueva red en ámbito urbano ya consolidado puede ser la red de biomasa de **Móstoles Ecoenergía** que abastece de calefacción y agua caliente sanitaria a 3.600 viviendas agrupadas en 20 comunidades de propietarios. Esta red de 4 km de longitud y 12 MW de potencia ha reducido un 15% el coste de agua caliente y calefacción de los vecinos de Móstoles a los que da servicio. Para ello, utiliza astilla forestal de biomasa procedente de la limpieza de los bosques españoles. Además de las mejoras económicas, permite evitar la emisión de aproximadamente 7.000 tCO₂ a la atmósfera. La inversión asciende a unos 8 M€, de financiación privada salvo un préstamo reembolsable del PAREER del IDAE de 2,1 M€..



Figura 3 LA RED DE MÓSTOLES ECONENERGÍA para calefacción y agua caliente sanitaria

Con el nuevo contexto energético, la Cogeneración (generación distribuida a nivel de distrito de calor y/o frío a partir de diferentes fuentes de energía) puede reducir bastante los costes, y facilitar el aprovechamiento del calor sobrante de residuos sólidos urbanos o procesos industriales. Entre las tecnologías renovables, además de la biomasa o la geotermia, la tecnología solar térmica también puede jugar un papel importante. Pero lo que realmente interesa, desde el punto de vista de la investigación, es diseñar una herramienta de control que sea capaz de graduar la potencia al calentar y enfriar diferentes edificaciones²¹.

²¹ **Caso Ejemplo:** Gracias a la Convocatoria de RETOS-COLABORACIÓN 2016, del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad (MINECO), el CIEMAT participó en el Desarrollo de un **Gestor Inteligente de Redes Térmicas (GIRTER)** con el fin de diseñar una herramienta de control para gestionar los diferentes sistemas de generación y demanda de energía, y así satisfacer las necesidades de los usuarios. Se busca predecir la demanda de energía en calefacción y refrigeración optimizando el control de las instalaciones, consiguiendo una gestión eficiente, preservando el medioambiente y amortizando las infraestructuras a medio plazo. El proyecto tiene una duración prevista de 2,5 años con fecha de finalización el 31 de marzo de 2019. Se parte de la instalación de sensores y equipos de gestión con nuevos algoritmos de control del consumo, equipos auxiliares, sistemas renovables, recuperación de calor, estado de válvulas, etc. Así se facilitan métodos de medida directa realizando la monitorización y control de las instalaciones mejorando su gestión energética. Además se deberán fijar protocolos de comunicación entre los sistemas y las instalaciones renovables facilitando nuevas estrategias globales en cada operación. Teniendo en cuenta a los usuarios y las condiciones climatológicas, se desarrollará un modelo predictivo de gestión que permita al usuario mejorar la toma de decisiones respecto a cómo administrar sus necesidades energéticas. Además, se parte de la integración de tecnología renovable y la recuperación de energía residual en el uso de instalaciones, facilitando el aprovechamiento térmico por parte de los usuarios, según la época del año en la que se opere.

En marzo de 2021 el gobierno español ha actualizado el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)²² para contribuir al objetivo de mejora de la eficiencia energética del PNIEC con las siguientes premisas:

- La actualización del RITE contribuirá a alcanzar el objetivo de mejora de la eficiencia energética a través de la **reducción del consumo de energía primaria** en un 39,5% en 2030
- El RITE obligará a justificar la instalación de sistemas térmicos convencionales en lugar de otros más eficientes y sostenibles
- La nueva norma obliga a que los edificios con grandes consumos den el primer paso para convertirse en **edificios inteligentes** que contribuyan a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- El ámbito de aplicación del **RITE** incluye las interconexiones a redes urbanas de calefacción o refrigeración y los sistemas de automatización y control. La actualización del RITE recoge también obligaciones relativas a los contadores de agua caliente para redes urbanas, reparto de los costes de agua caliente e información sobre la facturación de estos consumos.

Situación en España de la implementación de medidas de EE en el sector industrial con recuperación de calor:

El sector industrial nacional representa una cuarta parte de la energía final total consumida en España de la cual una parte sustancial se desperdicia como calor residual hacia sumideros de calor ambientales (como vapor a la atmósfera, agua en sistemas de refrigeración, etc.). La implementación de tecnologías para recuperación (y, opcionalmente, el almacenamiento) de calor en procesos industriales contribuye a la mejora de la eficiencia energética industrial.

La implementación de medidas de EE con recuperación de calor en el sector industrial **aún se encuentra en las primeras fases (como el análisis de viabilidad por sectores realizado en algunos proyectos de I+D financiados con fondos europeos²³)** y apenas ha iniciado el desarrollo de su potencial de mejora.

Se parte de la premisa de que el excedente de calor de ciertos procesos puede ser un recurso valioso tanto para mejorar la EE en el proceso que lo genera como para otros procesos de la industria e incluso para otras industrias o usuarios, (ya sea directamente o después de atravesar pasos de transformación intermedios).

Entre los procesos con mayor potencial de reutilización del calor residual se ha identificado: el calor residual procedente de centrales térmicas, de plantas industriales y de valorización de residuos sólidos urbanos (RSU)

²² BOE (24 de marzo de 2021) Real Decreto 178/2021, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. <https://www.boe.es/boe/dias/2021/03/24/pdfs/BOE-A-2021-4572.pdf>

²³ Hay referencias a estos proyectos en : PTE-EE (Dic. 2020), "Desarrollo y mejora de las tecnologías para utilizar la energía residual industrial incluyendo su conversión en otros vectores que puedan ser comercializados en el sistema energético. ITP 2020".

Entre los usos del calor residual para una mejora de la EE (ya sea del proceso o del conjunto del sistema) se han identificado:

- Generación de combustibles residuales (biomasa, biogás, etc.)
- Cogeneración (utilización del calor residual para generación de electricidad)
- Conexión con redes de calor y frío para suministro de calefacción, refrigeración o agua caliente
- Combinación con fuentes de energía renovable para contribuir a la descarbonización del proceso industrial y a mejorar la EE del mismo (como la energía solar térmica, la geotérmica o los biocombustibles)
- Etc.

Una buena **parte de las tecnologías necesarias para la implementación de medidas de EE mediante recuperación de calor en la industria ya están disponibles** (aunque son siempre susceptibles de innovación y mejora) en España²¹:

- **Las bombas de calor** están **ampliamente establecidas para aplicaciones terciarias y residenciales de calefacción, refrigeración y agua caliente sanitaria**, abarcando un mercado que en los últimos años viene creciendo a un ritmo constante. Por el contrario, la penetración de las bombas de calor en conexión con procesos industriales ha sido mucho menor. Una de las principales barreras es el rango de aplicaciones térmicas, siendo todavía inaccesible por encima de los 150°C, mientras que la mayor parte de la demanda energética del sector industrial requiere temperaturas superiores a 100°C²⁴.
- La tecnología **de transformador de calor por absorción** de simple efecto es capaz de incrementar la temperatura de una corriente de calor residual y revalorizar su temperatura en 50°C, dependiendo de las condiciones de contorno. Su funcionamiento es similar a la del ciclo de refrigeración por absorción, pero trabajando a la Inversa. Esta tecnología tiene su rango de aplicación en flujos de calor de residual con temperatura inferior a 120°C, ampliamente disponibles en la industria energéticamente intensiva, como es el caso de la industria química (procesos de destilación, purificación), papelera (procesos de secado y laminado) y alimentaria (procesos de secado, esterilización y fermentación).

²⁴ No obstante, el potencial técnico por debajo de 100 °C es enorme en sectores como el alimentario, el químico o la industria papelera. Dentro de estos sectores, procesos de secado, pasteurización, esterilizado, evaporación y destilación destacan como los más interesantes para la aplicación de bombas de calor

- La tecnología de **Ciclo de Rankine Orgánico**, en adelante ORC por sus siglas en inglés (Organic Rankine Cycle), es similar al ciclo básico de Rankine, para producción de electricidad, pero en vez de agua utiliza un fluido orgánico en una caldera de baja temperatura como fluido de intercambio. La temperatura de operación está entre 70°C y 300°C. Una ventaja de estos ciclos frente a las turbinas de vapor convencionales es la posibilidad de operar a cargas parciales en un rango entre el 30% y el 100% de plena carga. Los ORC son bien conocidos para aplicaciones geotérmicas, pero hay pocas aplicaciones de combustión de biomasa. Para incrementar la eficiencia puede utilizarse un regenerador entre la turbina y el condensador para precalentar el aceite orgánico. Además, puede utilizarse un economizador para recuperar el calor de los gases de escape de la caldera. Gracias a las bajas temperaturas, el aceite orgánico puede calentarse utilizando el calor residual de una multitud de procesos industriales.

Actualmente se desconoce número de sistemas ORC en funcionamiento actualmente en España. No obstante si hay un inventario de las **instalaciones de cogeneración, residuos, biomasa y biogás de producción de energía eléctrica instaladas hoy en día**, y aunque no todas ellas llevan incorporado un sistema ORC, si ofrecen una idea aproximada del despliegue de esta tecnología a pequeña, mediana y gran escala (6 kW - 200 MW) en España²⁵.

- Los **sistemas de almacenamiento de energía térmica** recuperan y almacenan el calor residual o en exceso, y luego lo liberan en función de la demanda de energía. Estos sistemas son especialmente interesantes para su aplicación en modelos desacoplados de generación y demanda (i.e. provenientes de fuentes renovables), procesos de fabricación discontinuos, por lotes o estacionales, y la regulación térmica, etc.” La energía térmica (calor y frío) puede almacenarse por medio de calor sensible, calor latente asociado con el cambio de fase o energía termoquímica e incluyen una enorme variedad de tecnologías, materiales y medios de almacenamiento.

²⁵ Sistema de información del operador del sistema (E-SIOS), Red Eléctrica de España. Sitio web (consultado en 12/2020): <https://www.esios.ree.es/es>

- **Conversión de energía en gases renovables.** Actualmente el foco está en la tecnología “power to gas” o conversión de energía eléctrica excedentaria, (que se genera en periodos con baja demanda), **en H₂ mediante electrólisis del agua** (disociación de la molécula de agua mediante la aplicación de una corriente eléctrica para generar H₂ y O₂). La tecnología “power to gas” no utiliza directamente el calor residual, sino que dependería de la implementación de alguna de las tecnologías descritas anteriormente para generar electricidad a partir del calor residual, y posteriormente usar esta electricidad para producir H₂. Por lo tanto, sería especialmente apropiada para sistemas con elevada generación de calor residual y baja demanda térmica y eléctrica.

1.4. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de tecnologías y Medidas de Eficiencia Energética

La mejora de la eficiencia energética en todos los sectores de la economía es un pilar fundamental para la transición energética sobre el que recaen más de un tercio de las reducciones de emisiones de GEI a medio (2030) y largo plazo (2050).

España, en línea con la UE y otros países, está firmemente comprometida con la eficiencia energética y ha comprometido en el PNIEC una **mejora de la eficiencia energética del 39,5%** para 2030 respecto a los valores en 1990.

Las medidas de mejora de eficiencia energética, en sinergia con la integración de energías renovables, contribuyen, además de a la descarbonización de la economía, a la reactivación económica de sectores como la edificación, el transporte y la industria.

Invertir en eficiencia energética ofrece una amplia gama de beneficios, incluida la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y la mejora de la calidad del aire.

La eficiencia energética también genera beneficios socioeconómicos que contribuyen directamente a la recuperación económica, como la creación de empleo y productividad industrial.

Además, las economías energéticamente eficientes no solo son más productivas sino también más resistentes en tiempos de crisis. (Por ejemplo, la vivienda social energéticamente eficiente puede ayudar a limitar los costos de energía para los más vulnerables, al tiempo que reduce los costos para los presupuestos de salud pública).

1.4.1. Argumentos básicos para apoyar el despliegue de las Redes de Distrito (calor y frío) con EE.RR.

La centralización por distritos de los sistemas de energía permite una mayor integración y un uso más eficiente de las energías renovables en los sistemas de energía.

Según el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)²⁶ “*el desarrollo de sistemas modernos y asequibles de energía de distrito en las ciudades es una de las soluciones más rentables y eficientes para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y la demanda de energía primaria. Una transición hacia tales sistemas, combinada con medidas de eficiencia energética, puede contribuir a la reducción de hasta 58% de las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) que el sector energético necesita²⁷ alcanzar para el año 2050*”.

Entre los principales **beneficios de los sistemas de energía de distrito** destacan²⁸ los siguientes:

- **Reducción de los gases de efecto invernadero.** Las redes modernas de calor y frío facilitan un uso eficiente de la energía y permiten la integración a gran escala de energías renovables en áreas urbanas, lo que disminuye las emisiones de dióxido de carbono y puede contribuir significativamente al alcance de los objetivos en política energética nacional y europea.
- **Reducción en la contaminación del aire.** Al reducir el uso de combustibles fósiles, los sistemas de energía de distrito pueden conducir a una reducción de la contaminación del aire tanto en interiores como en exteriores, así como de sus efectos en la salud.
- **Mejoras en eficiencia energética.** Vincular los sectores de calefacción y electricidad a través de una infraestructura de energía de distrito, así como el empleo de fuentes de energía de baja temperatura, tales como calor residual o enfriamiento natural, puede mejorar enormemente la eficiencia operativa de construcciones nuevas o existentes.
- **Uso de recursos locales y renovables.** Al combinar equipos o sistemas de mayor tamaño (que las individuales) y el uso de **almacenamiento térmico**, el sistema de energía de distrito facilita (y hace más rentable económicamente) la integración de energías renovables para cubrir las necesidades de calefacción y/o de climatización.
- Además, **pueden integrarse** (solos o en combinación) **diferentes energías renovables** de una manera eficiente, incluyendo **biocombustibles, energía geotérmica, solar térmica o electricidad de red** cuando esta procede de fuentes renovables (**como FV o eólica**) durante periodos de exceso de capacidad.
- **Mejora de la gestionabilidad del sistema eléctrico²⁹.** Los sistemas de energía de distrito pueden mejorar la gestión de la demanda de electricidad, reducir el riesgo de caídas de tensión

²⁶ PNUMA (2015) “Energías de Distrito en las Ciudades. Liberando el potencial de la eficiencia energética y la energía renovable” <http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/desexec-sumesweb-version-30052017135.pdf>

²⁷ con el fin de mantener el aumento de la temperatura global que no supere 1,5 grados Celsius

²⁸ PNUMA (2015) “Energías de Distrito en las Ciudades. Liberando el potencial de la eficiencia energética y la energía renovable” <http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/desexec-sumesweb-version-30052017135.pdf>

- **Contribuye a aumentar la seguridad energética** (importaciones de combustible reducidas, diversificación de la combinación energética) y suavizar la dependencia de los precios del combustible.
- Las redes de calor y frío ofrecen una **integración adecuada en el entorno urbano** con necesidades de espacio reducidas

Además, estas redes requieren inversiones pequeñas y viables, bajo riesgo tecnológico y permiten reducir los costes de operación.

El horizonte temporal para el impulso de estas tecnologías ha de ser de corto-medio plazo. Pensado como iniciativa tecnológica prioritaria para el impulso de casos de demostración, se requiere una concreción como proyecto(s) a corto plazo que permita abordar las distintas fases de desarrollo³⁰.

1.4.2. Argumentos básicos para apoyar el impulso a la Eficiencia Energética en el Sector Industrial

La industria, sector intensivo en el consumo de energía (el sector es responsable del 31% del consumo de energía final de nuestro país, según datos del IDAE) ofrece un enorme potencial para la implementación de medidas de eficiencia energética y contribuye con ello a la descarbonización de la economía. La alta intensidad energética en un número limitado de procesos y emplazamientos hace que la eficiencia energética industrial sea una alta prioridad.

La recuperación de calor en la industria presenta las siguientes ventajas:

- Reducir el consumo de energía y las emisiones de CO₂ de la industria.
- Beneficios económicos en la industria debido a la reducción del consumo de combustible y los impuestos sobre el CO₂.
- Reducir los impactos ambientales en los productos finales.
- Aumentar la eficiencia energética y los impactos ambientales de los procesos secundarios que consumen calor de recuperación

²⁹ Por ejemplo, En la ciudad de Kuwait, en donde el aire acondicionado representa el 70% de la demanda pico de energía, y más de la mitad del consumo energético anual, el sistema de enfriamiento de distrito pudo reducir tanto la demanda pico en un 46%, como el consumo anual de electricidad en un 44%

³⁰ i) Desarrollo conceptual. I+D para la definición del prototipo óptimo. En esta fase se analizarán diferentes configuraciones de sistemas generadores para la producción de calor, frío y electricidad. Todo ello relacionado con distintas tipologías de trama urbana;; ii) Desarrollo industrial: Construcción de cada uno de los componentes; iii) Prototipo real y ensayos; iv) Resultados finales determinando los límites de aplicación; v) Implementación comercial del producto.]

El aprovechamiento del calor residual industrial de alta y baja temperatura supone una oportunidad de autoconsumo para las industrias con elevada demanda térmica, así como para cubrir las necesidades de calefacción de los sectores residencial y comercial, evitando de este modo el consumo de combustibles fósiles. Además, en previsión de que la fluctuación de los precios de estos combustibles continúe a medio y largo plazo, la integración de las tecnologías de recuperación de calor residual presenta las ventajas de ahorro de combustible y de reducción de costes de operación.

En aplicaciones industriales, **las bombas de calor aumentarían el rendimiento global de la planta** y permitirían un mejor control del uso del calor, que conduce a mejoras en la calidad del producto y una mayor confiabilidad que con los sistemas de vapor. Además, las bombas de calor permiten recuperar el calor sensible y, en algunos casos, también latente que, de otro modo, se desperdiciaría.

Los **transformadores de calor por absorción** ofrecen un bajo riesgo tecnológico y periodos de recuperación de la inversión de unos 5-7 años

La utilización de calor residual para **producción indirecta** (a través de la conversión en electricidad) **de H2** permite un almacenamiento estacional de la energía residual y otras aplicaciones del H2 como vector energético. También ofrece una opción de uso futuro a las actuales redes de gas natural con sus actuales capacidades de transporte y almacenamiento.

1.5. Potencialidades de las Medidas y Tecnologías de Eficiencia Energética frente a la Transición Energética

Según la AIE, en su Escenario de Desarrollo Sostenible, “la eficiencia energética ha de generar más del 40% de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero relacionada con la energía durante los próximos 20 años³¹”

En España, según la Ley de TEyCC³¹ “La obligación de limitar las emisiones condiciona las políticas sectoriales e implica cambios en los patrones de consumo”...” entre las importantes transformaciones que se han de producir en del sistema energético como consecuencia de la transición energética está la mejora sistemática de la eficiencia energética de la economía”...Concretamente, la previsión es que la intensidad energética primaria de la economía española mejore anualmente en un 3,4% hasta el año 2030; asimismo, la dependencia energética del país, actualmente del 73%, se estima que descienda al 59% en el año 2030 como consecuencia de la caída de las importaciones de carbón y de petróleo. Estas caídas estarán provocadas por la transición hacia una economía más eficiente y basada en tecnologías renovables en todos los sectores de la economía”.

³¹ ANTEPROYECTO DE LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA (20 de febrero de 2019): <https://elperiodicodelaenergia.com/wp-content/uploads/2019/02/Anteproyecto-Ley-CC-y-TE-.pdf>

Como ya se ha mencionado el objetivo de mejora de la eficiencia energética que recoge el PNIEC (2020) es del 39,5% para 2030, respecto a los valores en 1990.

1.5.1. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de las EE.RR. para Calor y Frío en Redes de Distrito

Según REmap, [22], “la contribución del calor de distrito renovable al uso total de energías renovables aumentaría al 3% para 2030, lo que equivale a aproximadamente 3,4 exajulios (EJ) de generación de calor de distrito renovable. Más del 90% de este potencial está representado por la bioenergía, y la Unión Europea (UE) y China representan la mayor parte de su uso”.

Según la PTE-EE “Actualmente las centrales de distrito cubren el **3,5% de la demanda** energética del sector terciario, y **con el crecimiento actual**, en 2030 cubrirían el **10,3%**”.

La implementación de energías renovables en redes de distrito (para calefacción, frío y electricidad) se presenta como una solución viable técnica y económicamente, y que se alinea completamente con las medidas propuestas en el paquete legislativo conocido como “Paquete de invierno” orientadas a alcanzar los objetivos europeos en el horizonte del año 2030.

Los subsectores tecnológicos del sector corresponden a:

- **Centrales de tri-generación** donde se generan el agua caliente y fría, vapor y electricidad con diferentes fuentes de energía.
- **Redes de distrito**, sistema de tuberías y cables que permite conectar múltiples fuentes energéticas a múltiples puntos de consumo de energía.
- Subestaciones que controlan la transferencia de energía eléctrica y térmica entre la red de distribución y los consumidores.
- Tecnologías de “**metering**” de los puntos de consumo que pueden ser residenciales, edificios de empresas (comercios, oficinas, hoteles), edificios de equipamientos (escuelas, hospitales), centros de procesamiento de datos, administración pública, etc.

Siguiendo con la tendencia actual, el número previsible de redes de distrito que se ejecuten anualmente es de 53, con una potencia media de 3,6 MW. Es decir, se instalará una potencia anual de 190 MW.

El consumo final del sector terciario más residencial ha sido (en 2017) de 25.000 ktep, es decir 290,75 TWh.

1.5.2. Potencialidades frente a una Transición Energética con Descarbonización de la Economía de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial

Tal como se ha menciona en la sección 1.3, el PNIEC recoge, en la dimensión de eficiencia energética, dos medidas asociadas al sector industrial:

“Medida 2.5. Mejoras en la tecnología y sistemas de gestión de procesos industriales. La medida pretende facilitar la penetración de tecnologías de ahorro de energía final, principalmente, en las pequeñas y medianas empresas (Pyme) y en las grandes empresas del sector industrial, especialmente, en aquellas instalaciones no incluidas en el régimen de comercio de derechos de emisión.

“La medida promueve, por un lado, la realización de un mayor volumen de inversiones en **sustitución de equipos e instalaciones industriales con peor rendimiento energético por otros que utilicen tecnologías de alta eficiencia energética** o, directamente, las mejores técnicas disponibles; asimismo, contempla la sustitución de sistemas auxiliares consumidores de energía. Por otro lado, promueve también la realización de un mayor número de inversiones para la **implantación de sistemas de gestión energética en la industria**; estos sistemas deben comprender actuaciones de medición de las variables de consumo de energía y la instalación de elementos de regulación y control de los parámetros de proceso e implantación de los sistemas informáticos y digitales para el análisis, regulación y control, con el fin de poder realizar un funcionamiento óptimo de las instalaciones, reducir los consumos energéticos y los costes y proporcionar la información de forma rápida y precisa, lo que resulta necesario para la mejora de la gestión energética de las instalaciones industriales”.

“Esta medida permitirá mejorar la eficiencia energética de los procesos industriales y garantizará ahorros de energía final (y, por consiguiente, reducciones significativas de las emisiones de GEI) gracias también a la implantación de sistemas de gestión energética”.

“La medida busca alcanzar **10.256 ktep de ahorro de energía final acumulado** durante el periodo 2021–2030”.

“Medida 2.16. Otras medidas para promover la eficiencia energética: la transición en la cogeneración de alta eficiencia”.

“La cogeneración tiene una fuerte presencia en el sector industrial donde se localiza del orden del 92% de la potencia instalada, estando el 8% restante en el sector terciario y residencial. El combustible mayoritariamente consumido por las plantas de cogeneración es el gas natural que representa el 84% en la producción de electricidad y el 86% en la producción de calor, aunque existen también instalaciones que consumen otros combustibles convencionales o renovables”.

“Se estima que en 2030 unos 2.400 MW de potencia de cogeneración habrán superado su vida útil regulatoria, por lo que habrán salido del régimen económico primado. La antigüedad de las instalaciones existentes, así como la necesidad, en algunos casos, de su rediseño para adaptarse a nuevas circunstancias en los procesos, supone una pérdida potencial de eficiencia frente a los mayores rendimientos de las turbinas y motores actuales”.

“Por otro lado, la fuerte introducción de tecnologías de generación renovables prevista en este Plan Nacional plantea un reto para la cogeneración como sistema de respaldo que contribuya a la estabilidad del sistema, y ofrezca la flexibilidad que la operación del sistema eléctrico va a demandar para alcanzar los objetivos de generación eléctrica de origen renovable previstos”.

“Sobre la base de lo anterior se plantea una medida durante el periodo 2021-2030 que impulsa la cogeneración de alta eficiencia de un total de 1.200 MW con una optimización del diseño con base en: calor útil, autoconsumo eléctrico, flexibilidad en su operación de cara al sistema eléctrico y alta eficiencia contribuyan al conjunto de los objetivos previstos en este Plan (PNIEC)”.

1.6. Tipos de apoyo que reivindican los sectores de la Eficiencia Energética

En general, el etiquetado energético anima a la industria a innovar e invertir. Los estrictos requisitos de rendimiento energético para productos y electrodomésticos, edificios y vehículos garantizan que los productos de peor rendimiento desde una perspectiva energética o climática se retiren del mercado, mientras que el etiquetado y otras medidas ayudan a promover mejores productos. Los requisitos de rendimiento y/o eficiencia deben estar respaldados por estrictas métricas, estándares y definiciones.

1.6.1. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de las EE.RR. para Calor y Frío en Redes de Distrito

Se necesitan **ayudas públicas** para promover la eficiencia energética en el sector residencial mediante la mejora de redes de distribución de frío y calor. Entre las medidas de apoyo necesarias se encuentran:

Apoyos para impulsar **la parte técnica**: siendo importante que haya una sinergia entre los distintos grupos multidisciplinares de I+D+i con las empresas; unir a tecnólogos, científicos y desarrolladores para que se haga un desarrollo común.

Los **aspectos NO financieros**, como:

- Como responsables de infraestructura y servicios, los gobiernos locales pueden preparar un camino bajo en carbono para los sistemas de energía de distrito, así como sinergias entre diferentes áreas de negocio, y dirigir las estrategias de energía de distrito hacia objetivos sociales y económicos más amplios.
- El **marco legal y regulatorio**: por ejemplo, la revisión de ordenanzas municipales para el desarrollo de centrales de generación urbana, siendo fundamental en este aspecto lo relativo a los espacios públicos, su utilidad y disposición, situación de las plantas, trazados para tubería, etc.
- Los **contratos de suministro y venta de energía a los organismos públicos** (Compra Pública Innovadora) con posibilidad de aumentar el límite de 5 años, considerando que las plantas pueden tener unos retornos de 10-15 años.

- Regulación de la figura legal y de la **fiscalidad** del intercambio de energía térmica entre la central y los usuarios.
- Consideración de generación de electricidad en el tipo 2³² considerando como consumidor a todos los consumidores finales conectados a la central de distrito
- Modificación de la actual normativa de autoconsumo para mayor facilidad de introducción de las centrales de distrito como generadores eléctricos conectados a la red.
- Regulación de la figura legal y de la fiscalidad del intercambio de energía térmica entre DH&C y usuarios.
- Creación del sistema de garantías de origen para la cuantificación y certificación de la energía térmica de origen renovable en los DH&Cs.

Los aspectos financieros, tales como,

Fondos públicos:

- Para la I+D+i: desarrollo de modelos de optimización de redes de calor y frío urbanas.
- Proyectos de demostración que estén financiados para aplicación de los modelos, una vez desarrollados, en plantas piloto.
- Elementos de difusión de las herramientas: que haya la más rápida difusión para que sea una implantación casi inmediata.
- Preparar las condiciones para la implantación comercial de las tecnologías.
- Hacer modelos y prototipos financiados por comunidades, similar al plan Renove de calderas que se hizo en la Comunidad de Madrid.

Fondos privados:

- Es importante que los fabricantes y empresas inviertan en fabricación y comercialización de las distintas tecnologías, y que sea también factible dentro de la nueva edificación y de la rehabilitación.
- Promoción de la actividad comercial de consumo.

Algunas mejores prácticas que recomienda el Informe de 2015 del PNUMA son las siguientes:

- Tarifas de conversión de residuos en calor que reflejen el coste de conexión y la habilidad para garantizar el suministro.
- Acceso de la cogeneración al mercado minorista de electricidad.
- Políticas de medición neta e incentivos para alimentar la generación distribuida.
- Políticas de protección a los consumidores que incluyan regulación de tarifas.

³² Modalidad de producción con autoconsumo definida en el Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.

- Desarrollo nodal.
- Estándares técnicos para integrar múltiples redes.
- Cooperación con municipios vecinos para un desarrollo conjunto o para el uso de redes de distrito de energía.
- Políticas que promuevan la conexión, tales como estatutos de zonificación, bonos de densidad y códigos de construcción.

Aunque muchas de las decisiones y medidas específicas asociadas con el sistema de energía de distrito se deben tomar a nivel local, las políticas nacionales son clave para alcanzar resultados óptimos. En este sentido, las cuatro políticas nacionales que reconoce el PNUMA con mayor impacto son:

- Incentivos para la cogeneración y las energías renovables.
- Regulación nacional de las tarifas.
- Incorporación de la energía de distrito en las normas de eficiencia de construcción y etiquetado.
- Regímenes fiscales.

Establecer un impuesto “al que contamina” es una práctica clave en los países nórdicos, como Dinamarca, Finlandia y Suecia, para alcanzar niveles altos de energía de distrito. Asimismo, los impuestos y otras penalizaciones también han tenido un papel importante en la modernización de los sistemas de energía de distrito en China, en donde las regulaciones a nivel nacional empoderan a las autoridades de provincia para que multen a las ciudades por niveles altos de contaminación del aire.

Respecto a los modelos de negocio para la energía de distrito, la mayoría involucran al sector público, y abarcan desde sistemas públicos, modelos cooperativos, asociaciones público-privadas, hasta sistemas privados que han sido desarrollados por los propietarios.

Incorporar a las empresas nacionales de suministro al modelo de negocio resulta clave para percatarse de los beneficios a nivel nacional del enfriamiento de distrito. En Dubai, donde el aire acondicionado representa casi el 70% del consumo de electricidad, la ciudad tiene como meta para el año 2030 satisfacer el 40% de sus necesidades de enfriamiento a través de un sistema de distrito, usando 50% menos de electricidad con respecto a la que gasta el aire acondicionado tradicional. Al integrar empresas públicas de suministro al modelo de negocio, el sistema de enfriamiento de distrito de Dubai se está desarrollando con el reconocimiento total de sus beneficios a nivel nacional.

1.6.2. Tipos de Apoyo que reivindica el sector de la Eficiencia Energética en el Sector Industrial

Hasta ahora, [18]³³, “las medidas de eficiencia energética del sector industrial se han desarrollado principalmente dentro de los Planes de Acción implementados, considerándose entre estas medidas los programas de ayudas dirigidos a la promoción de auditorías energéticas³⁴ e inversiones en proyectos de mejora de eficiencia”³⁵.

Para aprovechar todo el potencial de ahorro mediante eficiencia energética en el sector industrial, será necesario ampliar los esfuerzos de I + D para la integración de la tecnología de la información y las comunicaciones, más estándares de rendimiento para equipos industriales (por ejemplo, motores, compresores, calderas, variadores de velocidad), asistencia técnica, incentivos, financiación y medidas específicas del sector o la empresa

La PTE-EE en su reflexión sobre las Iniciativas Tecnológicas Prioritarias en Eficiencia Energética identifica otros apoyos necesarios, tales como:

- 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.

³³ IDAE (2018) [Tendencias y Políticas de Eficiencia Energética en ESPAÑA Informe Nacional para el Proyecto ODYSSEE- MURE “A decision support tool for energy efficiency policy evaluation, \[18\]](#)

³⁴[18] Las medidas de eficiencia recientemente implementadas en este sector son el Programa de ayudas a las PYMES y a la gran empresa del sector industrial del Fondo Nacional de Eficiencia Energética, el Programa de Fomento de la Competitividad Industrial (Ministerio de Economía, Industria y Competitividad) y el Fondo de Inversión JESSICA-FIDAE. Asimismo, la aprobación del Real Decreto 56/2016, de 12 de febrero, por el que se transpone el artículo 8 de la Directiva 2012/27/UE referente a auditorías energéticas, supone un incentivo a la mejora de la eficiencia energética de grandes empresas del sector industrial

³⁵ **APOYO ECONÓMICO DE ADMINISTRACIONES:**

IDAE: Programa de ayudas PYME y gran empresa sector industrial. <http://www.idae.es/index.php/recategoria.4037/id.856/reimenu.449/mod.pags/mem.detalle>

- Cuantía máxima del 30% de la inversión elegible correspondiente. Compatibilidad con otras ayudas.
- Presentación de solicitudes a la convocatoria será **del 6 de mayo de 2015 al 5 de mayo de 2016**, siempre y cuando no se haya agotado el presupuesto disponible.

EVE: Programas de ayudas: Eficiencia Energética y Energías Renovables en la Industria <http://www.eve.es/Programas-de-ayuda/Eficiencia-Energetica-y-Energias-Renovables-en-la.aspx>

- Ayudas a fondo perdido.
- Hasta el 20% del coste subvencionable.

La Comisión de Expertos de Transición Energética, de 2018³⁶, mencionó otras medidas de apoyo entre las que se encuentra:

- **Impulso de la generación distribuida: cogeneración y renovables térmicas.** Ante la obsolescencia de los equipos de algunas instalaciones de cogeneración y el vencimiento de los plazos de regulación o de vida útil, las empresas requieren incentivos para invertir en la renovación y promoción de nuevas instalaciones, incorporando las tecnologías más eficientes

Según la PTE-EE [29][29] se requieren, además, apoyos para:

- Fomento de **acciones de formación** y eventos que apoyen adicionalmente la difusión de conocimiento de la tecnología de bomba de calor para recuperación de energía residual en entornos industriales, estando orientadas a los distintos actores de la cadena de valor (consultores, inversores, diseñadores y operadores de plantas, instaladores, etc.)
- **Financiación de actividades de I+D+i** tanto en avances de investigación básica (nuevos refrigerantes, nuevas configuraciones de ciclos para aplicaciones de alta temperatura) como en proyectos piloto de demostración que constituyan una base sólida para motivar un despegue del mercado y empresas proveedoras de tecnología que apuesten por las bombas de calor en estos segmentos de temperaturas y capacidades.
- **Revisión y actualización, en su caso, del marco normativo local** de manera que se garanticen unas condiciones mínimas de certidumbre que favorezcan la implementación de proyectos de recuperación de calor industrial con bomba de calor. En particular, la adecuada articulación de esquemas de tasas a las emisiones de gases de efecto invernadero puede tener efectos positivos para motivar la implementación de tecnología de bomba de calor.

2. POSICIONAMIENTO Y PERSPECTIVAS SOCIO ECONÓMICAS DEL SECTOR DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Las mejoras que aportan las tecnologías o medidas de eficiencia energética suele ser difícil de evaluar (o complejas de aislar y determinar la causalidad), especialmente si solo se atiende a los ahorros de energía que generan sin incluir otras ganancias de bienestar, de calidad o de prestaciones asociadas a las medidas.

³⁶ http://www6.mityc.es/aplicaciones/transicionenergetica/informe_cexpertos_20180402_veditado.pdf

2.1. Economía, Empleo y Costes

2.1.1. Contribución al PIB español

2.1.1.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DESCENTRALIZADA A NIVEL DE DISTRITO UTILIZANDO DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA.

Para la estimación de la **contribución al PIB español** (con proyección a 2030) de las redes de distrito la PTE-EE partió del valor que se disponía para 2016 y teniendo en cuenta que el objetivo final y mayoritario para las redes de distrito van a ser los sectores servicios y residencial, que en 2015 supusieron el 31% del consumo de energía final del país, por lo que hay un gran margen de crecimiento y desarrollo para las redes de distrito en este sentido.

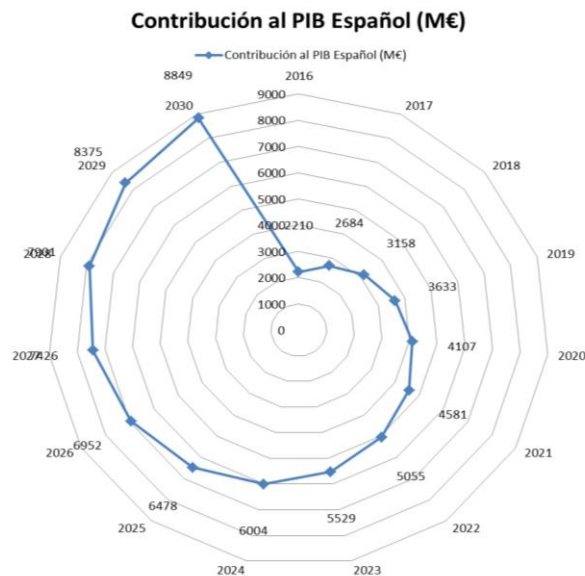


Figura 4. Estimación del Aporte al PIB por las Redes de Calor y Frio (expresado en valor acumulado. Escenario conservador. Fuente PTE-EE)

En un escenario conservador, considerando que el ritmo de crecimiento igual al de los últimos 8-10 años, se estima un crecimiento de unas 53 redes anuales, con una potencia media para cada una de 3,6 MW. Actualmente se están cubriendo el 3,5% de la demanda energética del sector terciario, previendo para 2030 alcanzar el 10,3%, incluyendo en el mismo las fases de construcción y explotación y teniendo en cuenta solamente el impacto directo. Eso se traduciría en pasar de algo más de 2.000M€ (2016) a 9.000M€ (2030) en cuanto contribución al PIB nacional.

Indicar que las cifras son mayores en otro escenario, que la PTE-EE considera más realista, basado en el crecimiento propuesto por la UE y tomando como referencias a Francia e Italia, que son países en una situación similar a la nuestra pero que nos llevan años de ventaja en cuanto a las redes de distrito.

2.1.1.2. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Considerando que el PIB nacional en 2016 fue de 1,1 billones €, y teniendo en cuenta que la energía en el sector industrial representa un 17,1% del mismo, la aplicación de medidas de eficiencia energética podrían dar lugar a una **contribución al PIB** del 3,9%

Estimación de la contribución al PIB Español

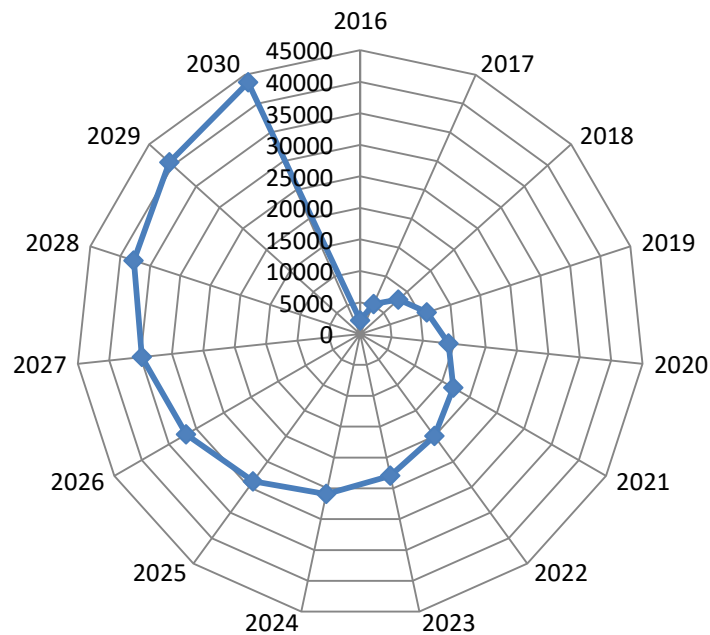


Figura 5. Estimación del Aporte al PIB por las medidas de eficiencia energética en el sector industrial (expresado en valor acumulado. Escenario conservador. Fuente PTE-EE)

Contribución al PIB Español

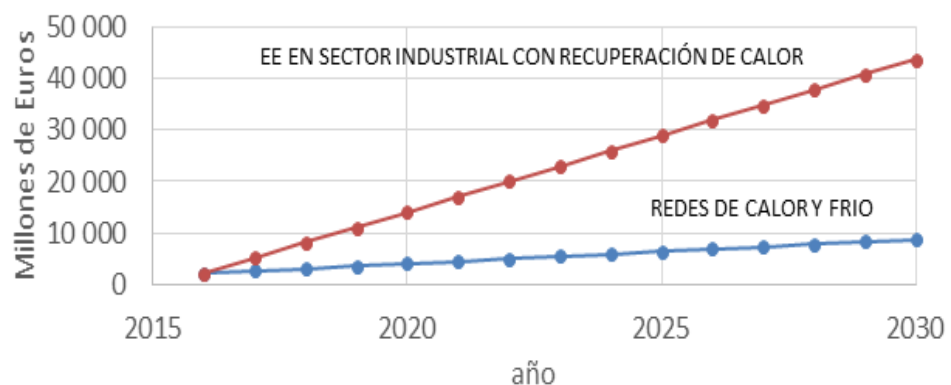


Figura 6 Estimaciones comparativas (con proyección a 2030) de la contribución al PIB español de las dos tecnologías de Eficiencia energética analizadas (Fuente: PTE-EE)

2.1.2. Generación de Empleo

Actualmente los mayores niveles de empleos en eficiencia energética se dan en los sectores relacionados con la producción de bienes y equipos asociados a las medidas de EE³⁷. La previsión hacia futuro es que crezcan significativamente las oportunidades de empleos en los sectores de EE en edificación, transporte e industria. En general, en el sector de la EE, habrá demanda de trabajadores altamente cualificados en trabajos que impliquen auditoría, consultoría, organización y consulta, así como en gestión de proyectos de construcción. Se requerirá una fuerza de trabajo cualificada, incluyendo formaciones en ciencia e ingeniería debido a la naturaleza tecnológica de las actuaciones relacionadas con las medidas de EE.

2.1.2.1. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DESCENTRALIZADA A NIVEL DE DISTRITO UTILIZANDO DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA.

Para la estimación prospectiva de la generación de empleo asociado a las redes de distrito, la PTE-EE se basa en un informe de 2015 Cambridge Econometrics³⁸ donde se estima que por cada 1M€ invertidos en este sector se crean entre 7 y 12 puestos de trabajo, incluyendo actividades de construcción, consultoría, manufactura, explotación, etc.

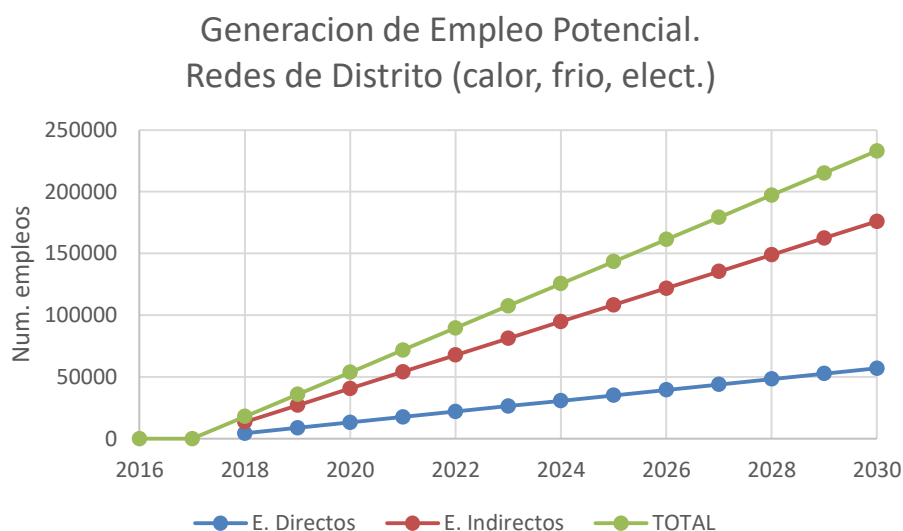


Figura 7. Datos y Previsión de Empleos (Fuente: PTE-EE, ADHAC). [Método estimación para las REDES DE DISTRITO: Estimando un desarrollo similar a los de Francia e Italia, con una proyección lineal desde la situación actual].

³⁷ Cambridge Econometrics (Dic. 2015): "Assessing the Employment and Social Impact of Energy Efficiency" https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CE_EE_Jobs_main%2018Nov2015.pdf

³⁸ "Assessing the employment and social impact of energy efficiency". Cambridge Econometrics (2015)

Siguiendo un modelo conservador, se prevé hasta 2030 la construcción de 650 centrales de distrito con un coste medio de 600.000 €/MW y una generación de 16.000 puestos de trabajo directos. En cambio, considerando un escenario que más realista, las centrales para 2030 serían 2.160 y una creación de entre 33.000 y 56.000 puestos de trabajo directo y unos 180.000 de empleo indirecto³⁹.

2.1.2.2. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

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

Teniendo en cuenta el valor de crecimiento del PIB en el sector industrial, se espera a 2030 una generación de empleo directo de 750.00 empleos directos y 340.000 indirectos, para un total de 1.090.000 empleos totales.

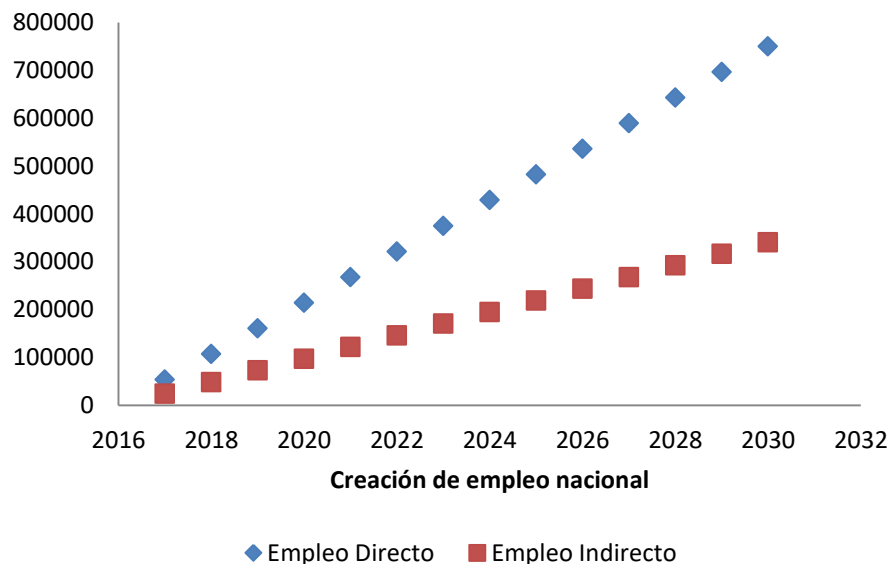


Figura 8. Datos y proyección del empleo asociado a la eficiencia energética en el sector industrial (fuente: PTE-EE)

³⁹ PTE-EE: "Tenemos en cuenta toda la tecnología que hay alrededor. Por ejemplo, en el caso de instalar redes de frío con sistemas de absorción, se están creando empleo para la industria de absorción, o el generado por los ciclos de Rankine. Es un crecimiento en nuevos sectores que hoy día todavía no están desarrollados y que serían una realidad a sumar a los ya existentes como los de caldera de biomasa, caldera de gas, industria maderera, etc. En Castilla y León, que es una de las CCAA que más apuesta por las centrales de distrito de biomasa, se está generando trabajo no solo en la industria sino también en la limpia de montes, recogida, tratamiento... Se considera que todos esos sectores van a tener un crecimiento muy importante"

2.1.3. Costes de Generación y Ahorros por No Emisiones

2.1.3.1. COSTES DE GENERACIÓN CON PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DESCENTRALIZADA A NIVEL DE DISTRITO UTILIZANDO DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA.

Al poder aplicar a esta tecnología diferentes fuentes de generación, el LCOE variará en función de la seleccionada. Así, por ejemplo, si se tratase de biomasa estaría entorno a los 96 €/MWh y los 84,5 €/MWh de gas natural⁴⁰ (datos CREARA⁴¹). Para la estimación prospectiva se utiliza una media ponderada con el 70% correspondiente a Biomasa y el 30% restante a gas natural.

El cálculo del coste ponderado de la energía (LCOE) se ha realizado con la calculadora de NREL⁴². Los resultados de la estimación fueron de un LCOE algo superior a los 90 €/MWh para 2017 y una estimación para 2030 de alrededor de 20 €/MWh.

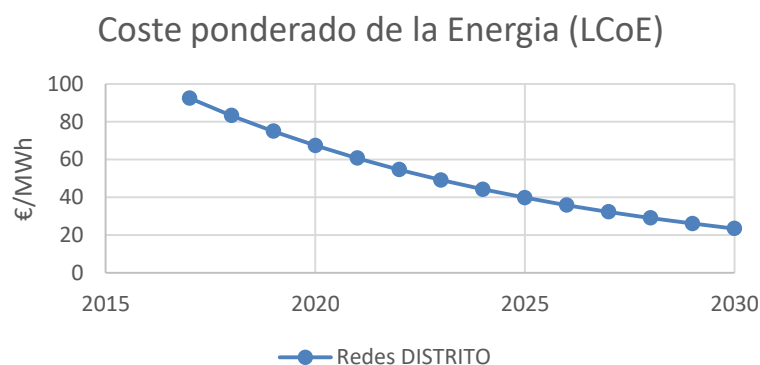


Figura 9 Estimación y proyección a 2030 de los costes ponderados de la energía en redes urbanas de calor y frío

2.1.3.1. COSTES DE GENERACIÓN CON EE EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para el cálculo de los **costes de generación**, se ha partido de los datos de coste OPEX (gastos de funcionamiento), tomados de un caso práctico presentado por TECNALIA en el 6º Workshop Tecnológico conjunto CDTI-NEDO (Bilbao, 4 mayo 2016)⁴³.

⁴⁰ Indicar que los 84,5€ MW/h indicados para el gas natural nos parecen elevados, ya que [Naturgy](#), a la hora de calcular el calor útil (final), maneja unos 50€ MW/h y para el calor en origen unos 30-35€ MW/h, dependiendo del precio del barril de petróleo

⁴¹ CREARA_ <https://www.creara.es/>

⁴² National Renewable Energy Laboratory (U.S. Department of Energy). <https://www.nrel.gov/analysis/tech-lcoe.html>

⁴³ <http://www.nedo.go.jp/english/> PTE-EE estuvo representada en dicho foro por [ALTRAN](#) y por [TECNALIA](#).

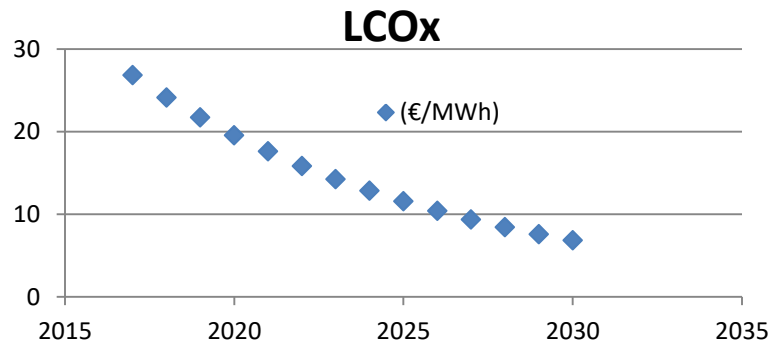


Figura 10. Coste de generación estimado y proyectado asociado a tecnologías de EE en la industria con procesos de recuperación de calor (Fuente: PE-EE. Los datos que se han utilizado han sido facilitados de un caso práctico de Tecnalia y comparados con el factor aproximado que da la fuente referenciada. Caso para el año 2016 Thermal Power, Coste OPEX:14.000 €/año; kWt Available WH: 1200 kWt; Modular HX Eff.: 85%; Thermal Power: 1020 kWt; Overall Efficiency: 11%; Power: 112,2 kWe; Operation %: 95%; Consumption: 22,50 kWe; Electricity Gen.: 746.483 kWh/yr).

Partiendo de un coste de 29,8 €/MWh en 2016 (que solo incluyen los costes de operación sin incluir la inversión inicial) la proyección conduce a unos costes de 6,8 €/MWh en 2030.

La progresiva reducción de costes se basa en que a medida que se desarrolle esta tecnología, y en concreto los recuperadores de calor del sector industrial, todos estos equipos van a tender a ser más eficientes y a reducir su precio⁴⁴.

PTE-EE: “La recuperación de calor puede parecer algo obvio, pero estamos hablando de segmentos industriales con un componente importante de I+D+i para tratar el gas resultante del calor: las industrias, por normativa, tienen que realizar un tratamiento de los COPs⁴⁵, y el problema es que al calcinarlos para poder retirarlos se produce una importante bajada de temperatura de los gases, lo que impide un aprovechamiento de los mismos. Las empresas y centros tecnológicos tienen gran disposición para realizar un estudio que busque técnicas alternativas para permitir el aprovechamiento de los gases, ya que ven un potencial muy elevado, considerando también el grave problema de emisiones que sufren las empresas”.

EJEMPLO. Coste y rentabilidad de un caso tipo estudiado

Haciendo uso de las publicaciones reales obtenidas, sobre una inversión de 453.800 € y una financiación máxima del 33 % de un tramo no reembolsable, dando lugar a unos números de recuperación de OPEX 14.000 €/año siempre y cuando la fabricación e instalación no supere el año para estar en funcionamiento. Así mismo, se extrapola este caso desde 2015/2016 como "único" a un incremento progresivo acorde a lo esperado de esta tecnología

Tabla 1. Ejemplo costes y rentabilidad de un caso de estudio

⁴⁴ Cuando hablamos de recuperación de calor, a todo el mundo le viene a la cabeza un intercambiador de placas, pero no es solo eso. Aquí estaríamos hablando de un ciclo de Rankine que recupera calor a 120°C y lo convierte en electricidad

⁴⁵ Compuestos orgánicos persistentes

. Datos técnicos		INVERSIÓN ESTIMADA:	
Potencia térmica recuperable	1.200 kWt	Equipo Recuperador + conductos + tuberías + I&C	133.800€
Eficiencia estimada Recuperador	85%	Equipo ORC	200.000€
Potencia térmica neta	1.020 kWt	Obra Civil	50.000 €
Eficiencia equipo ORC	11%	Contingencias (20%)	70.000€
Potencia instalada equipo ORC	112,2 kWe	TOTAL INVERSIÓN	453.800 €
Operatividad del sistema	95%		
Autoconsumos	22,50 kWe	Coste OPEX	14.000 €/año
Energía eléctrica neta generada	746.483 kWh/año	Período de fabricación y construcción: Estimado en 8-10 meses	

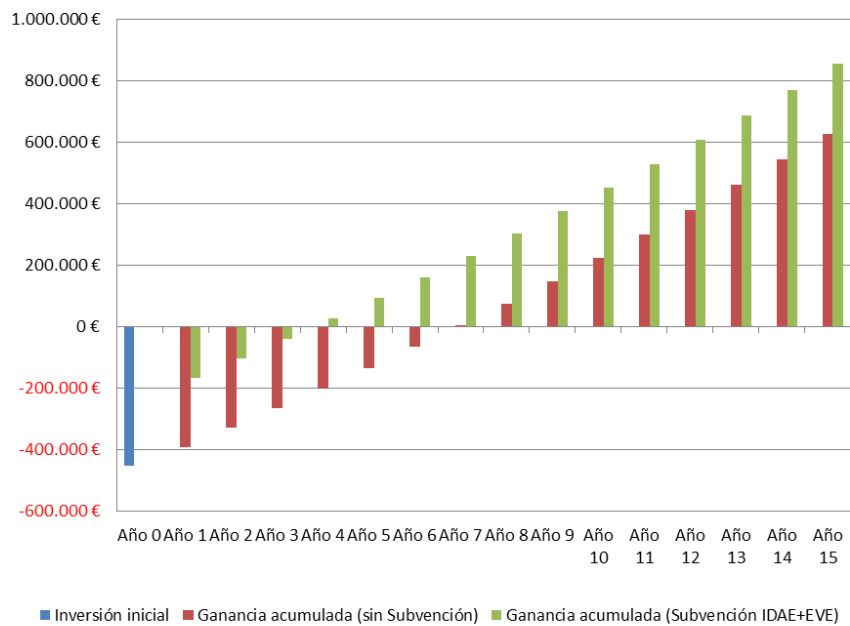


Figura 11 Coste y rentabilidad de un caso tipo de EE en sector industrial con recuperación de calor estudiado (fuente PTE-EE)

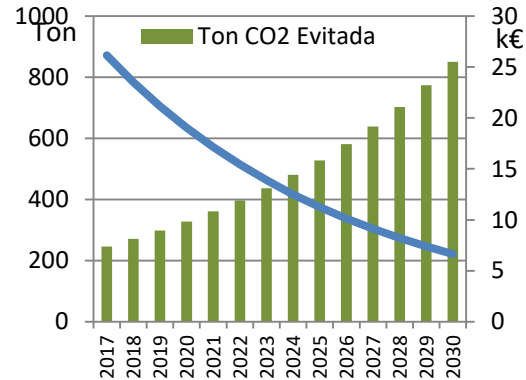
2.1.3.2. AHORRO DE COSTES POR NO EMISIONES. PRODUCCIÓN DE ENERGÍA DESCENTRALIZADA A NIVEL DE DISTRITO UTILIZANDO DIFERENTES FUENTES DE ENERGÍA

Coste de tonelada de CO₂ no emitida: según la PTE-EE el cálculo de las toneladas de CO₂ ahorradas por esta tecnología no ha supuesto problema, no así el cálculo del coste de las mismas.

Según datos de ADHAC, en 2017 se evitaron 224.000 t, con un crecimiento previsto del 10% para alcanzar unos valores de 850.000 t/CO₂ evitadas en 2030, siempre tomando como referencia al carbón al ser la energía más contaminante (lo que facilita futuras inter-comparaciones entre tecnologías).

En cuanto la estimación de coste, partiendo de unos 25 €/t no emitida (2017) llegaríamos a 7 €/t (2030).

Figura 12 Estimación de las toneladas de CO₂ evitadas por las redes de distrito y prospectiva de coste (beneficio) por CO₂ evitado. Redes urbanas de calor y frío

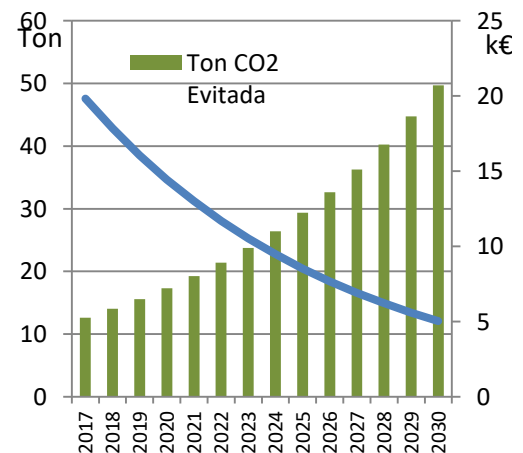


PTE-EE: “Hay que aclarar que el coste de la tonelada no emitida no es el coste de la tonelada ni el coste de lo que se va a ahorrar por venta de derechos de CO₂ (que ahora está en unos 20-25 €/t). Entendemos que lo que busca el ejercicio con el coste de tonelada no emitida es el valor de sobrecoste de la instalación, de modo que en los 25€ y en los 7 €/t incluido el coste de la red de distrito, de la instalación, del gas”

2.1.3.3. AHORRO DE COSTES REPERCUTIDOS POR NO EMISIONES. SISTEMAS DE RECUPERACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Para la estimación y proyección de los costes de una tonelada de CO₂ no emitida asociados a la EE con recuperación industrial y dado que este coste depende de cada tecnología y lugar, PTE-EE se ha basado en datos facilitados por ALTRAN: para 2020 se prevé en 25€/t el precio de la tonelada de CO₂, con el barril de Brent a 109,6\$, y de cara a 2030 se habrá evitado la emisión de 394,7 Mt.

Figura 13 Estimación de las toneladas de CO₂ evitadas por las redes de distrito y prospectiva de coste (beneficio) por CO₂ evitado. EE en el sector industrial con recuperación de calor



2.1.4. Contabilidad de las externalidades

PTE-EE: “la evaluación económica de las externalidades no ha sido posible al no tratarse de una tecnología específica. Hemos destacado algunas, habiendo una cierta amplitud en cuanto a la interpretación y valoración de las mismas”:

“**Reforzar la red eléctrica** fomentando una generación eléctrica distribuida y, por otro lado, **reducir el consumo de energía primaria global** para calefacción, ACS y refrigeración”.

“**Integración de fuentes de calor residual** implica que las redes de distrito producen unos niveles significativamente inferiores de emisiones de efecto invernadero en comparación con el resto de opciones”.

“**Aumento de la seguridad en el suministro** energético al emplear distintas fuentes de energía mencionadas a través de redes de distrito”.

“**Aumento de la fiabilidad y flexibilidad del suministro** de combustible al aumentar el empleo de combustibles locales, como la biomasa o los residuos sólidos urbanos”.

“**Integración de nuevas fuentes renovables** y con bajos niveles de emisiones de CO₂ es más simple comparado con su integración en instalaciones individuales, por edificio, o apartamento”

“**Aumento en la actividad económica** si se tiene en cuenta la ocupación que genera durante su proceso de construcción y durante su tiempo de vida debido al mantenimiento, la supervisión del funcionamiento mediante monitorización, así como para gestionarla, desde el suministro de materia prima para generar energía hasta el control de la facturación de la energía vendida”.

“**Reducción de los gastos de funcionamiento y mantenimiento** relacionados con calderas, máquinas enfriadoras... en cada edificio.> Nueva oportunidad de negocio para las empresas operadoras del sistema y de servicio para los consumidores que se conecten a la red.> Reducción de gastos sanitarios derivados de la inhalación de emisiones procedentes de la combustión local de calderas”

En breve va a cambiar la normativa sobre residuos sólidos urbanos, por lo que dejarán de existir los vertederos, lo que plantea una cuestión importante sobre la gestión de residuos. Se está estudiando su valorización para convertirlos en biogás-biometano así como incinerarlos para satisfacer la demanda de una red de distrito.

2.2. Capacidad en ciencia, tecnología e innovación

2.2.1. Capacidades e infraestructuras de I+D+i

2.2.1.1. REDES DE DISTRITO

Para señalar a los **agentes de I+D en España** relativos a este área se han considerado los grupos recogidos en el mapa tecnológico de la PTE-EE a fecha de la realización del análisis, así como diversos grupos de investigación de muchas universidades.

OPIs y CTEs:

- CIEMAT
- CIRCE

- CNH2
- CSIC
- ENERGYLAB
- IMDEA
- IREC
- CARTIF
- TECNALIA

+ Diversos grupos de investigación de muchas universidades

Se estima⁴⁶ en 91 el número de agentes de I+D dedicados a redes de distrito a tiempo completo.

2.2.1.2. CAPACIDADES DE I+D+I EN MEJORA DE EE EN SECTOR INDUSTRIAL

Entre los centros con infraestructuras de I+D y/o de homologación y certificación en España se han seleccionado 11 agentes que podrían estar trabajando en la mejora energética en el sector industrial en diferentes campos:

- Centro Nacional de Experimentación de Tecnologías de Hidrógeno y Pilas de Combustible.
- Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT)
- ITG - Instituto Tecnológico de Galicia
- Laboratorio de Energías renovables e Hidrógeno (LERH CAR CSIC-UPM)
- CREVER- URV
- CIRCE - Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos
- IMDEA Energía
- Centro Tecnológico de Eficiencia y Sostenibilidad Energética, EnergyLab
- Fundación CARTIF
- Fundación TECNALIA
- Instituto Tecnológico de la Energía

Y en cuanto al **nº de agentes de I+D+i** dedicados a la tecnología a tiempo completo, se ha tomado la cantidad media en 5 de los agentes (CIEMAT, CIRCE, IMDEA Energía, EnergyLab y Fundación CARTIF), que se traduce a 7 personas/año, y se ha extrapolado a los restantes agentes de I+D+i, dando un valor de 63. En este aspecto la cifra es muy conservadora, ya que no estamos teniendo en cuenta la parte de innovación intrínseca a las empresas desarrolladoras de bienes de equipo, que haría subir el nº final de agentes.

⁴⁶ <https://sede.micinn.gob.es/inforct/listadoItemInfoRct.mec>

2.2.2. Financiación obtenida por la tecnología⁴⁷

2.2.2.1. REDES DE DISTRITO

Al ser de propiedad pública el 59% de las redes de distrito en España, la inversión y financiación de la que disfrutan es directa en su mayoría: en la ejecución, explotación o inversión en las redes.

Considerando que el 87% de la potencia corresponde a redes de titularidad mixta y el 9% a públicas, la proyección de la financiación a 2030 está cercana a 1.400 M€ a nivel nacional, algo más de 60 kM€ a nivel europeo y superando los 100 kM€ a nivel mundial⁴⁸.

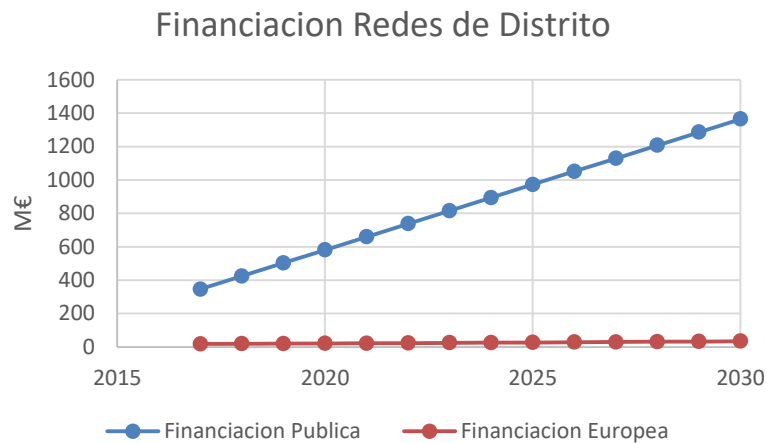


Figura 14. Financiación estimada para España en Tecnologías de EE para Redes de DISTRITO (Fuente: ADHAC y PTE-EE). [Método de cálculo: Financiación pública directa ya que la propiedad de las redes de distrito es mixta: en propiedad a un 59 % pública; en potencia a un 87 % mixta y 9 % únicamente pública. [Método de estimación: Sabiendo que 1 MW de potencia instalado se corresponde con 600 k€ y que en el año 2017 hay 1280 MW, implica que para este mismo año hay 768 M€ de los cuales un 45 % se estima que son públicos]

⁴⁷ En este apartado se busca estimar o conocer la financiación para I+D+i para conocer el interés por el desarrollo tecnológico que hay en el sector. No obstante, según PTE-EE " Es tan grande la financiación directa que queda diluida la relativa a programas de I+D+i. Y, si la Administración es capaz no ya de subvencionar ese aspecto sino que ella misma invierte, nos estamos situando en un plano similar a la compra pública innovadora (inversión directa de la Administración). No es que esté subvencionando el desarrollo, es que está invirtiendo directamente en ello"

⁴⁸ "Euroheat and Power (2015). District Heating and cooling country by country Survey 2015" European Environment Agency.

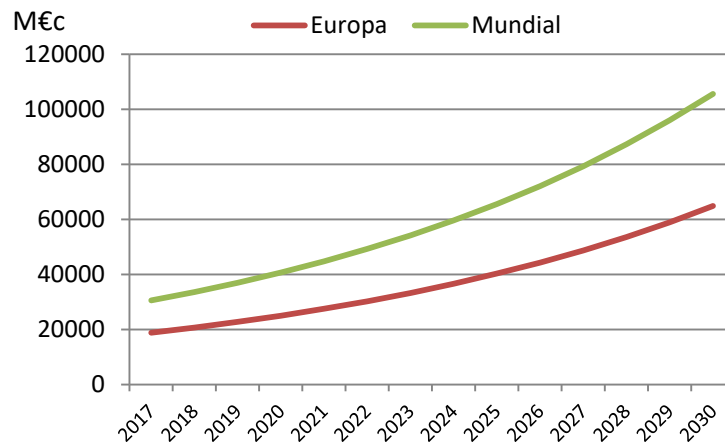


Figura 15. Estimación del Apoyo financiero a nivel Internacional a Tecnologías de EE en Redes de Distrito con EE.RR. (fuente: ADHAC y PTE-EE).

2.2.2.2. FINANCIACIÓN DE LA I+D+I EN MEJORA DE EE EN SECTOR INDUSTRIAL

No hay datos representativos sobre la financiación para los mercados europeo y mundial de esta tecnología, por lo que se presentan los valores de **financiación** del mercado nacional: de cara a 2030 se prevé una cifra superior a los 250 M€ como financiación de la I+D+i.

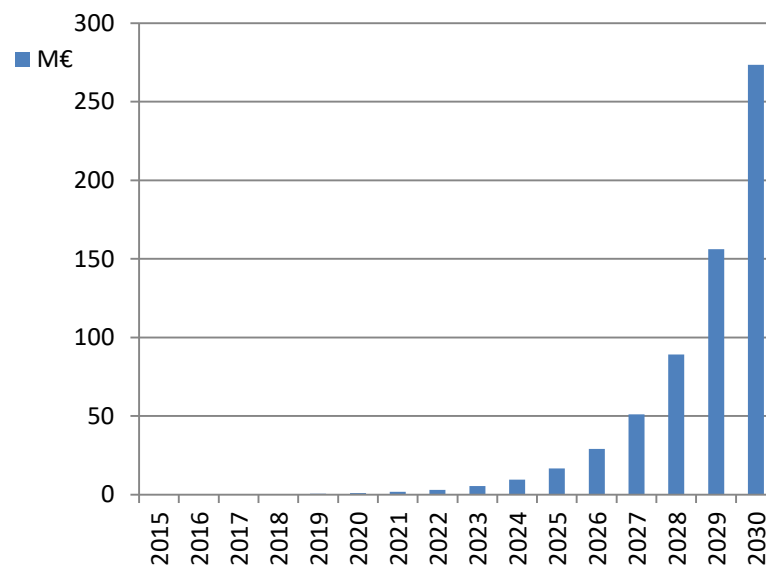


Figura 16. Proyección de la Financiación estimada en I+D+i en EE en sector industrial con recuperación de calor (fuente: PTE-EE)

2.3. Posicionamiento Tecnológico

2.3.1. Madurez Tecnológica

2.3.1.1. GRADO DE MADUREZ TECNOLOGÍA REDES DE DISTRITO

El nivel de TRL actual para elementos en desarrollo varía de 6 a 8 según la tecnología: en ciclos de Rankine estamos en el 6 y en biomasa en el 8. Se espera que la mayoría de lo que está en etapa de desarrollo llegue al mercado en 4-5 años y en 2030 que esté todo.

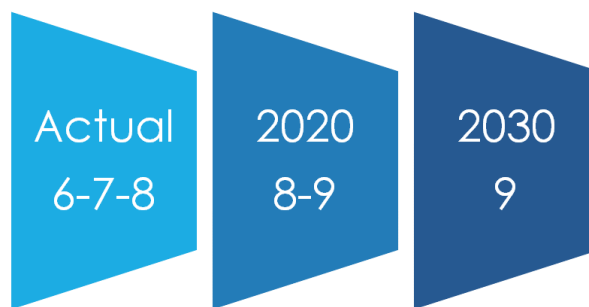


Figura 17 Grado de madurez Tecnológico. (Fuente: PTE-EE)

2.3.1.1. GRADO DE MADUREZ TECNOLOGÍAS DE RECUPERACIÓN Y MEJORA ENERGÉTICA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

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, Technology Readiness Level), 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.

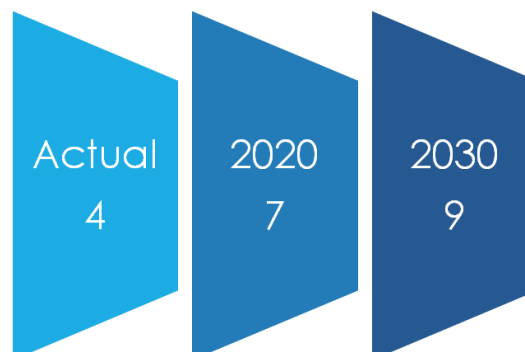


Figura 18. Estimación somera evolución de la madurez de las tecnologías de EE en el sector industrial con recuperación de calor (Fuente: PTE-EE).

2.3.2. Posicionamiento de las empresas nacionales

2.3.2.1. REDES DE DISTRITO

En el **mercado español** no hay, actualmente, grandes empresas cuyo negocio sea la red de distrito, aunque sí las hay que participan en la cadena de valor asociada a estas redes. Es un sector muy atomizado en PYMES: de las 352 redes censadas en 2017 en España se tienen datos de la red y de los propietarios, pero no de la empresa que la ha ejecutado.

PTE-EE: “El volumen acumulado en ese año es de 2.215 M€, pero no se ha sido capaz de identificar ni las tres mayores empresas ni, por consiguiente, su cuota de mercado, y el motivo es que en muchos casos la red es construida por una empresa, siendo propietaria de aquella una Administración Pública⁴⁹, encargándose de su explotación una concesionaria, y de la venta de la energía una comercializadora”.

El desarrollo de este mercado se muestra también en la evolución de empresas en crecimiento como Dalkia, del grupo Veolia, que ya dispone de 17 redes en España. Entre ellas destaca la Red multi-energías del sur de Barcelona (Cataluña). Esta red ofrece mucha flexibilidad gracias a sus infraestructuras modulares (su potencia aumentará en función de la demanda energética) y es innovadora por el tipo de equipos de alta tecnología incorporados para la producción, recuperación y almacenamiento de energía. Gracias a esta solución, Barcelona ahorra anualmente el 1% del consumo de electricidad de la ciudad y 13.400 toneladas de emisiones de CO₂.

⁴⁹ EJEMPLO: Según el artículo *"El district heating español busca el nivel europeo"*, publicado por Miguel Pérez de Lema en la revista Energética XXI (Nº 143, Octubre 2014)⁴⁹, Districlima fue constituida en el año 2002 para llevar a cabo, por primera vez en España, una red urbana de distribución de calor y frío para su utilización en calefacción, climatización y agua caliente sanitaria. Inicialmente el proyecto se ubicó en una zona de Barcelona remodelada urbanísticamente para acoger el Forum de las Culturas de 2004 (Front Litoral del Besòs). El proyecto engloba el diseño, construcción y posterior explotación, a través de una concesión a 25 años, de la central de producción del Forum y la red de distribución de energías. En 2005 se inició una segunda etapa con la extensión de la red al distrito tecnológico del 22@. Con una concesión a 27 años, la red va extendiendo su trazado en función del desarrollo urbanístico de la zona y las necesidades de conexión de nuevos usuarios. La red, en continuo crecimiento, tiene actualmente unos 14 km de longitud (x4 canalizaciones son casi 60 km de tuberías), suministra energía a más de 80 edificios no sólo de nueva construcción, sino también ya existentes, que han decidido cambiar sus ineficientes soluciones convencionales por la conexión a Districlima. Sus socios principales son empresas privadas: Cofely, de GDF Suez, que posee la mitad de la sociedad; y Tera, el 20%. Y se complementa con el apoyo público, que participa en el 30% restante a través de Aigües de Barcelona, el IDAE y el Institut Català d'Energia.

Entre las iniciativas recientes fuera de Cataluña, es reseñable la red que cuenta con la promoción de la Sociedad Pública de Infraestructuras y Medio Ambiente de Castilla y León (Somacyl). Abastecerá de calefacción y agua caliente sanitaria a 23 edificios de la Universidad de Valladolid (UVA), 3 edificios propiedad del Ayuntamiento de Valladolid y 5 pertenecientes a la Junta de Castilla y León. La obra fue desarrollada por la Unión Temporal de Empresas formada por Recursos de la Biomasa (Rebi) y Cofely (Engie). La adjudicación de la licitación para construir la Central Térmica y el desarrollo de la Red de Calor se produjo en septiembre de 2013 con una inversión total de 7 millones de euros, de los que 5 millones estaban dedicados a la ejecución de obra y 2 millones de euros a la gestión del mantenimiento.

Según ADHAC, entre las cinco empresas más activas en el mercado español solo la dos últimas son españolas:

- VEOLIA: constructora y ESE.
- UPONOR: se centra en las tuberías de transporte
- DANFOSS: trabaja la parte de motores, variadores y equipamiento impulsor.
- SAN JOSÉ ENERGÍA Y MEDIO AMBIENTE: constructora.
- DHEcoenergias, ingeniería y consultora

2.3.2.2. EE EN EL SECTOR INDUSTRIAL

La tecnología de recuperación no es una tecnología al uso. No hay empresas líderes españolas en este sector aun en creación, por lo que en el indicador de **cuota de mercado español** lo que representa es el ratio que tendría de beneficio la empresa nacional que pudiera aprovecharse de la situación actual.

Valor anual esperado del mercado español

Si estas tecnologías permiten compartir los flujos energéticos recuperados del sector industrial con otros sectores como es el residencial, la capacidad de actuación se incrementaría 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)]

Para redes de calor y frío, la parte de la Industria representa un 21% del **valor anual esperado del mercado español**, el cual tendrá una evolución de los actuales 10 M€ a 40 M€.

En cuanto al **mercado mundial**, el tamaño pasaría de los 70 Mtep acumulados actualmente a casi 140 Mtep en 2030, traducándose en 40 M€ (2017) y casi 80 M€ en 2030.

De cara a la **UE**, según la PNAEE⁵⁰, el 54,6% del ahorro energético debe conseguirse en el sector industrial.

Dentro del Plan Nacional de Ahorro y Eficiencia Energética, más de la mitad del ahorro viene de la recuperación de calor industrial, por lo que entendemos que es un objetivo país el apoyo a este desarrollo tecnológico.

Empresas españolas entre las 20 primeras de la UE:

No hay **empresas españolas** que se dediquen específicamente a la recuperación energética y estén entre las 20 primeras de la UE, pero sí hay operadores de energía en el sector industrial. Así, dentro del sector energético, REPSOL está en el “top ten” con procesos eficientes y una profundización y extensión del hidrogeno que puede empujar la EE. Si la tecnología evoluciona, se espera que España fomente ese tipo de empresas y que se llegue a ser un referente. Y por eso hay que apoyar la innovación en este sector, recordando que es el usuario final (el industrial) el que está demandando un desarrollo tecnológico para deshacerse de un problema que además se puede reconvertir en una oportunidad energética para mejorar sus OPEX, ya que sectores como el del vidrio, el cementero o el siderúrgico tienen importantes problemas de emisiones y coste asociado a la tonelada de CO₂.

2.3.2.3. PATENTES EN EE CON RECUPERACIÓN DE CALOR EN EL SECTOR INDUSTRIAL

En España somos bastante prolíficos en cuanto a investigación y creación de **patentes**. La PTE-EE destaca 25 de 5 sectores diferentes⁵¹.

⁵⁰ [Plano Nacional de Ação para a Eficiência Energética \(2014-2020\)](#)

⁵¹ • APARATOS DE PRODUCCIÓN, DE DISTRIBUCIÓN O DE TRANSFORMACIÓN DE LA ENERGIA ELÉCTRICA. No.: D0514174-01. DEUTECNO, S.L. Representante: HERNANDEZ PRESAS, SILVIAC02F 1/16

- 2440488 Recuperación de aceite de un evaporador de un sistema de ciclo de Rankine orgánico (ORC) ES 29.01.2014. F01K 25/10 . 07797042 UNITED TECHNOLOGIES CORPORATION COGSWELL, Frederick J.
- 2478877 Procedimiento para hacer funcionar un proceso de central de energía IGCC con separación de CO2 integrada ES 23.07.2014. C01B 3/48. 10760645 ThyssenKrupp Uhde GmbH MENZEL, Johannes
- 2458343 Intercambiador de calor ES 05.05.2014. F28F 27/02. 09785420 Heat Recovery Solutions Limited WICKHAM, Mark
- 2525168 Método de funcionamiento de una planta de energía de ciclo combinado con cogeneración, y a una planta de energía de ciclo combinado para realizar el método ES 18.12.2014. F01K 23/10. 11763951 ALSTOM Technology Ltd DROUX, Francois
- 2527995 Procedimiento de desalinización accionado por calor residual ES 03.02.2015. C02F 1/16. 10779101 General Electric Company SHAPIRO, Andrew Philip
- 2537324 Procedimiento de baja temperatura para recuperar y producir para-xileno y red de intercambio de calor para el mismo ES 05.06.2015. C07C 5/27. 07869595 UOP LLC WEGERER, David, A.
- 2540259 Sistema perfeccionado de recuperación de calor para climatización y reducción del efecto "pasillo frío" ES 09.07.2015 Solicitante: FROST-TROL, S.A. Nacionalidad solicitante: España. Inventor/es: BLANCO CASTRO, Javier, SOLSONA CABALLER, ROBERTO, FATTORE, WALTER OMAR.
- 2537324 Procedimiento de baja temperatura para recuperar y producir para-xileno y red de intercambio de calor para el mismo ES 05.06.2015. C07C 5/27. 07869595 UOP LLC WEGERER, David, A.
- WO/2018/015600 SYSTEM FOR THE RECOVERY OF HEAT IN THERMAL PROCESSES BY MEANS OF THE SEQUENTIAL AND ALTERNATING OPERATION OF A SET OF PACKED BEDS WITH NON-ABSORBENT MATERIALS WO 25.01.2018. B01J 8/04 . PCT/ES2017/070519 SEENSO RENOVAL S.L. AJONA MAEZTU, Jose Ignacio

3. RETOS DE INNOVACIÓN Y DESARROLLO

3.1. Retos de I+D+i en Redes de Calor y Frío para Distritos con Energías Renovables

Entre los objetivos tecnológicos asociados al desarrollo e implementación de Redes de Distrito con fuentes de Energías Renovables están:

- Mejora y reducción de costes de las tecnologías de producción combinada de calor y frío a través de bomba de absorción (efecto simple, doble y triple) y bombas de calor (geotérmicas, aerotérmicas, de combustibles alternativos).
- La preparación de herramientas para simulación de demanda y oferta de energía térmica de barrios con variada tipología de edificios.
- Puesta en el mercado de sistemas y equipos probados para la generación de energía térmica basados en energías renovables, hibridados, en los casos necesarios, con sistemas de respaldo
- Sistemas y elementos de regulación, control, y medida de energía bidireccionales (generación y consumo), y sus interfaces con los usuarios.
- La producción eléctrica como elemento de generación próximo (autoconsumo) a la demanda y por lo tanto con una mayor necesidad de gestión, regulación e interconexión.

Entre los retos y áreas que requieren mayor desarrollo tecnológico identificados por la PTE-EES están:

A. Generación de electricidad, calor y frío:

- Optimización de las fuentes primarias de energía: renovables: biomasa, solar, geotérmica; fósiles: gas natural, derivados del petróleo.
- Tecnologías de generación alternativas: ciclo Rankine orgánico, absorción, adsorción, bombas de calor de para hibridar fuentes de energías renovables (solar térmica y fotovoltaica, aerotermia, hidrotermia, geotermia) y residuales como: fluidos calientes o fríos procedentes de la industria, del sector terciario, servicios públicos (agua y alcantarillado).
- Tecnologías que permitan aumentar el nivel exergético de fuentes de energía térmica renovable y residual.
- Hibridación de las anteriores entre ellas y/o con fuentes no renovables

B. Distribución de la energía generada a los puntos de consumo

- Herramientas de dimensionado y simulación compleja que permitan estudiar la viabilidad técnica y económica de DH&C capaces de:
 - obtener datos de los edificios usuarios potenciales mediante la captación de información de los sistemas de planificación urbana y del catastro, extrapolando de ellos la demanda de calor y de frío.

- considerar a los usuarios no sólo como consumidores sino también como potenciales suministradores de energía térmica excedentaria de su proceso o actividad.
 - Optimización de las centrales de generación en cuanto a la potencia necesaria y a su distribución espacial a lo largo del DH&C.
- Análisis de la trama urbana. Densidad de construcción y perfil de demanda de calor y frío.
 - Subestaciones reversibles de intercambio de energía entre la red y el edificio.
- C. Desarrollo de sistemas de medida, regulación y control de los flujos de energía relacionados con las DH&Cs:
- Medida individualizada para cada usuario de la energía térmica consumida del o entregada al DH&C.
 - Medida de la energía eléctrica vertida desde las centrales de generación para su posterior facturación.
- D. Desarrollo de estrategias avanzadas de operación y gestión de las fuentes de generación y consumo.
- Previsión de carga en función de previsión meteorológica.
 - Regulación de las temperaturas de distribución (caracterización de inercias...) y análisis de almacenamientos para la gestión.

3.1.1. ITP⁵² (resumen): Producción de Energía Descentralizada a nivel de Distrito utilizando diferentes fuentes de energía.

Descripción: Una central de distrito está diseñada para dar cobertura a la demanda energética de un grupo de edificios físicamente cercanos, mediante un mix de fuentes de energías (centrales de cogeneración, incineradoras, calor residual de procesos industriales, geotermia y fuentes renovables que son más fácilmente gestionables en sistemas centralizados, como la biomasa, eólica o la energía solar), en sustitución de las energías convencionales fósiles reduciendo drásticamente las emisiones.

Objetivos Generales: Mejora y reducción de coste de las tecnologías de producción combinada de calor y frío a través de bomba de absorción (efecto simple, doble y triple) y bombas de calor (geotérmicas, aerotérmicas, de combustibles alternativos)

Desarrollo de soluciones de modelado y simulación energética.

Planificación, zonificación, y consideraciones de medición y facturación.

Oportunidades detectadas para el desarrollo de En los países del sur de Europa estos sistemas no son frecuentes, es más, son escasos. Esto es debido, en parte, a la climatología benigna que hace que la existencia de un sistema de calefacción no sea una necesidad vital. Al haber bajas demandas la

⁵² ITP: Iniciativa Tecnológica Prioritaria

la ITP en Andalucía y en España:

rentabilidad se reduce.

En cambio, con la inclusión dentro de estos sistemas centralizados la generación de electricidad para autoconsumo y venta de excedentes, junto con la inclusión de la refrigeración, hace que los sistemas de centrales de distrito puedan ser una actividad económica rentable.

En el caso del frío, la generación principal es mediante enfriadoras por compresión mecánica de alta eficiencia, refrigeradas con agua de río o de mar, o con torres de refrigeración. Aparece también en alguna instalación la máquina de absorción como fuente destacada de eficiencia para la generación de frío aprovechando calores residuales.

Destacar como factor de eficiencia adicional la presencia de almacenamiento de frío en dos instalaciones (con hielo y agua refrigerada respectivamente).

Siguiendo con la tendencia actual, el número previsible de redes de distrito que se ejecuten anualmente es de 53, con una potencia media de 3,6 MW. Es decir se instalará una potencia anual de 190 MW.

Como se ha indicado anteriormente el consumo final del sector terciario más residencial ha sido de 25000 ktep, es decir 290,75 TWh.

Horizonte Temporal:

Las distintas fase de que consta el proyecto y su ejecución temporal vienen determinadas por los distintos hitos que se describen a continuación:

- Desarrollo conceptual. I+D para la definición del prototipo óptimo.
- En esta fase se analizarán diferentes configuraciones de sistemas generadores para la producción de calor, frío y electricidad. Todo ello relacionado con distintas tipologías de trama urbana.
- Desarrollo industrial: Construcción de cada uno de los componentes.
- Prototipo real y ensayos.
- Resultados finales determinando los límites de aplicación.
- Implementación comercial del producto.

Recursos Financieros necesarios para su desarrollo:

En diciembre de 2015 se publicó un nuevo estudio titulado "Assessing the Employment and Social Impact of Energy Efficiency" (Cambridge Econometrics, 2015). El estudio encontró que los sectores con los mayores niveles de empleos de eficiencia energética eran aquellos que producen, o son parte de la cadena de suministro de bienes de equipo. Esto incluye trabajos en la fabricación de la maquinaria y el equipo que permite la producción de bienes energéticamente eficientes, así como los bienes de eficiencia energética en sí mismos.

Mirando al futuro, el estudio encontró que se podrían crear más puestos de trabajo en la fabricación e instalación de productos/equipos energéticamente eficientes, en particular debido a que es una actividad relativamente intensiva en mano de obra. También encontró que las oportunidades para nuevos empleos son mayores en los sectores de edificios y transporte.

En general, habrá demanda de trabajadores altamente cualificados en trabajos que impliquen auditoría, consultoría, organización y consulta, como gerentes de grandes proyectos de construcción. Cuando se trata de formar una fuerza de trabajo cualificada, la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas serán clave debido a la naturaleza tecnológica de muchas de las ocupaciones.

En base a los distintos casos de estudio reflejados en el informe se estima que por cada millón de euros invertido se crearían entre 7 y 12 puestos de trabajo, incluyendo actividades de construcción, consultoría y manufactura.

Según la curva de evolución mostrada de aquí a 2030 se realizarán en España en torno a 650 centrales de distrito de 3,6 MWt de media.

La inversión es de media por MW instalado es de 600.000 €, lo cual supone una inversión total en este periodo de 1.404 M€ esto conllevaría la creación de entre 10.000 y 16.000

puestos de trabajo.

Si tenemos en consideración la opción optimista de que se tome esta vía para la consecución de los objetivos marcados por la UE, la cantidad de centrales que se construirían hasta 2030 sería mucho mayor (2.160) con la misma potencia media, y por tanto las inversiones necesarias sería de 4.700 M€, creándose entre 33.000 y 56.000 puestos de trabajo.

Aspectos No
Financieros,
Legales y
Regulatorios
Necesarios:

Revisión de ordenanzas municipales para poder desarrollar las centrales de generación en áreas urbanas, apoyándose en el carácter público del servicio y la reducción de impactos medioambientales.

Consideración de generación de electricidad en el tipo 2 considerando como consumidor a todos los consumidores finales conectados a la central de distrito.

Modificación de la actual normativa de autoconsumo para mayor facilidad de introducción de las centrales de distrito como generadores eléctricos conectados a la red.

Regulación de la figura legal y de la fiscalidad del intercambio de energía térmica entre DH&C y usuarios.

Creación del sistema de garantías de origen para la cuantificación y certificación de la energía térmica de origen renovable en los DH&Cs.

3.2. Retos de I+D+i en Mejora de la Eficiencia Energética en Procesos Industriales

Según la Fundación CIRCE⁵³, se está desarrollando un innovador sistema para recuperar y aprovechar calores residuales de procesos industriales, normalmente sin ningún uso útil, permitiendo así a las industrias mejorar su eficiencia, competitividad y sostenibilidad. Se trata del proyecto INDUS3ES⁵⁴, una iniciativa de I+D+i financiada por la Comisión Europea.

Actualmente, las industrias con grandes consumos de energía generan grandes cantidades de calor residual a baja y media temperatura que son rechazadas en gran parte, al tratarse de energía de baja calidad. Sin embargo, su recuperación utilizando las tecnologías actuales supone una importante inversión económica que debe ser recuperada en tiempos razonables.

Para explotar este potencial, es necesario:

- Desarrollar soluciones prácticas existentes Aumentar la competitividad económica de la recuperación de calor residual a nivel nacional
- Minimizar los costos económicos de la recuperación de calor y conseguir que los retornos de las inversiones sean más cortos y que las tecnologías que nosotros podamos desarrollar no tengamos que importarlas de otros países, siendo nosotros los exportadores

⁵³ <http://www.fcirce.es/web/data/new.aspx?source=comActual&id=2812>

⁵⁴ <http://www.indus3es.eu/>

3.2.1. ITP (resumen): Sistemas de Recuperación y Mejora Energética en Sector Industrial⁵⁵.

Descripción: La recuperación de energía es una oportunidad para reducir de forma importante los consumos específicos del sector industrial y reducir las emisiones, y si la energía recuperada es compartida con procesos industriales propios o 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.

Objetivos Generales: 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, propios o ajenos, residenciales y del sector terciario

Oportunidades detectadas para el desarrollo de la ITP en Andalucía y en España La tecnología desarrollada debe contemplar los márgenes 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.

Horizonte 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.

Recursos Financieros 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.

⁵⁵ Presentada por la PTE-EE

necesarios para su desarrollo: Estimando el ahorro total acumulado hasta el 2030 equivalente a 133,4 Mtep en términos de energía primaria y 394,7 Mt CO2 evitadas , lo que supondría un beneficio económico de 78.687 M€ , teniendo en cuenta los siguientes supuestos.

- Precio de la tonelada de CO2 en el año 2020: 25 €/t.
- Precio del barril de Brent en 2020: 109,6 \$.

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.

Aspectos No
Financieros,
Legales y
Regulatorios
Necesarios:

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.

4. RESUMEN DE LA EVALUACIÓN DEL GEVAL

El Grupo de Evaluación (GEVAL) de ALINNE se reunió con representantes de la PTE-EE el día 7 de noviembre de 2018 para realizar un ejercicio de subjetividad compartida que permitiera definir su opinión sobre el posicionamiento tecnológico español en estas tecnologías, el valor intrínseco de éstas a nivel global y nacional, las bases de la I+D+i de esta materia en España, así como las barreras a superar para el desarrollo y despliegue en el mercado.

La PTE en eficiencia energética, como sector horizontal, ha definido 4 áreas tecnológicas relacionadas con EE que se consideran prioritarias actualmente:

- I. Desarrollo de nuevas baterías eléctricas para el transporte
- II. Desarrollo de nuevos productos, materiales y procesos para la mejora energética de edificios.
- III. **Producción de energía descentralizada a nivel de distrito utilizando diferentes fuentes de energía**
- IV. **Aprovechamiento del calor residual de procesos industriales para mejora de la Eficiencia Energética**

Los datos ofrecidos por la PTE-EE para este ejercicio de Análisis de Potencial de las Tecnologías Energéticas (APDTE 2018-2020) se ha centrado en las áreas III y la IV, debido a que la primera se ha considerado que está más relacionada con otras plataformas y la segunda es un producto más alejado de una definición tecnológica que dificulta mucho el ejercicio de análisis.

La PTE-EE ha identificado Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs) en las 4 áreas tecnológicas y sigue en el proceso de nuevas identificaciones de ITPs que publica en su web⁵⁶. Las dos áreas tecnológicas recogidas en este Anexo se corresponden con dos ITPs propuestas por la Plataforma.

Tras consultarlo con la Plataforma Tecnológica analizada, se decide realizar un solo proceso de votación que englobe a las dos tecnologías presentadas en la reunión.

El GEVAL reconoce que las tecnologías de Eficiencia Energética están bastante maduras a nivel de opción tecnológica pero aún en fase incipiente en sus implementaciones de mercado tanto en los sectores de las redes urbanas de calor y frío y como en el de las mejoras de eficiencia energética mediante recuperación de calor residual en procesos industriales; a pesar de que en otros países se ha avanzado decididamente.

Del proceso de subjetividad compartida realizado sobre la base de 35 cuestiones cuyo detalle se incluye en el apéndice III, se extraen las conclusiones siguientes:

⁵⁶ <https://www.ptee-ee.org/documentacion/documentos-ptee-ee-3u3>

Una mayoría (55%) de los miembros de GEVAL reconoce a las tecnologías y medidas de eficiencia energética un amplio mercado con ventas anuales superiores a los 500 M€/año.

Existió acuerdo mayoritario en que existen varias empresas españolas o filiales españolas de empresas internacionales asociadas a las tecnologías de eficiencia energética. El 80 % del GEVAL opina que existen más de 10 empresas. La cuota de mercado nacional integrada de los últimos 10 años para las empresas anteriores, alcanza, en opinión del 72% del GEVAL, un valor promedio superior al 50%.

Ha habido opinión unánime en GEVAL de que existen empresas españolas capaces de dar respuesta en el corto y largo plazo a los desarrollos tecnológicos necesarios, por su estado de madurez, con el fin de llevarlos a la cadena productiva.

La visión de futuro del GEVAL sobre las tecnologías de EE es optimista, como demuestra su opinión sobre la creación esperada de nuevas empresas industriales españolas (incluidas nuevas ramas de actividad en industrias ya existentes); para el año 2022 las respuestas del grupo dan un valor medio de 8 nuevas empresas, y en el periodo 2022-2030 prevén más de 10 nuevas empresas.

La visión positiva anterior es corroborada por el GEVAL al estimar que las empresas españolas del sector alcanzarían para 2022 cuotas de mercado del orden del 40% en el mercado nacional y del 10 % en el mercado internacional. Para el periodo 2022-2030, estas cuotas se estimaron en el 35 % del mercado nacional y del 5% del mercado internacional, mercados que se estimó iban a crecer muy notablemente.

Mayoritariamente, el GEVAL considera que las tecnologías de EE merecen atraer un mayor apoyo de las políticas públicas de I+D+i, concentrándolo en proyectos de desarrollo tecnológico de colaboración Público-Privada, a realizar por consorcios de empresas y agentes de I+D, así como en proyectos de innovación empresarial.

Dentro del mercado tecnológico de las tecnologías de eficiencia energética, el GEVAL estima que este mercado será en 2022 de unos 500 M€/año para la tecnología española, considerando mercado nacional e internacional. Ello considerando el potencial de estas tecnologías asociado a una adecuada evolución de sus costes, a la asimilación de sus desarrollos tecnológicos y a la incorporación a la cadena productiva de los mismos. Este mismo valor se ha estimado por GEVAL en más de 2.000 M€/año en el periodo 2022-2030, destacando la confianza de este grupo en la evolución positiva de estas tecnologías.

La importancia de los mercados exteriores de las tecnologías de EE para la industria española en 2022, se dirige principalmente a Europa, con un 64% del total de los votos asignados por GEVAL a esta región, seguida de Latinoamérica con un 55 % de los votos y Oriente Medio y Norte de África con un 46 % cada una. En la perspectiva del periodo 2022-2030 se mantiene Europa como principal lugar para el mercado de España, con un 73 % de las votaciones, aunque en segundo lugar queda en este caso igualados los mercados de Latinoamérica, Oriente Medio y Norte de África con un 64 %, de los votos.

Al preguntar al GEVAL sobre la orientación preferente para establecer alianzas estratégicas con terceros países para potenciar la innovación, se señaló a Europa como la principal región con un 80 % de los votos, seguida de América Latina con un 40 % y Norteamérica con un 30 %.

Las alianzas estratégicas de mayor interés, en opinión del GEVAL, para la conquista de mercado por las empresas españolas dedicadas a la eficiencia energética, resulta ser Europa la principal región, con un 82 % de los votos, seguida de Latinoamérica con un 64 % de los votos y del Norte de África y Oriente Medio con un 46 %.

El GEVAL opina que las tecnologías las redes urbanas de calor y frío y las tecnologías de eficiencia energética con recuperación de calor merecen que el país concentre un mayor esfuerzo inversor, el apoyo de otras políticas y la generación de normativa e instrumentos adecuados para que España disponga de una ventaja diferencial a medio plazo, aunque con alguna reserva sobre su evolución, lo que ratifica la opinión mayoritaria de que el país tiene ante sí una importante oportunidad en este campo, ya que, por un lado no se requieren grandes desarrollos empresariales para abordar los retos, barreras legislativas principalmente, asociados a estas tecnologías y por otro ya disponemos de la industria auxiliar necesaria y de un mercado que apenas ha iniciado su desarrollo potencial. Considerando las circunstancias anteriores, así como el potencial de actividad y empleo de estas tecnologías de EE, GEVAL opina, con un 46 % de sus votos (frente al 36% que no lo cree) que estas tecnologías deben disponer de más recursos dedicados a la innovación que otras tecnologías energéticas.

El GEVAL considera por unanimidad que las tecnologías de EE que se analizan NO presentan problemas de aceptación social.

La plataforma tecnológica y las empresas dedicadas a las redes urbanas de calor y frío y a las tecnologías de eficiencia energética en el sector industrial han identificado las barreras legislativas y regulatorias que deben reformarse para la implantación de dichas energías y un 82 % de los miembros del GEVAL opina que es factible que se realicen estas reformas a corto plazo (a 2022).

Las plantas de demostración son elementos clave para superar, como es el caso de las redes urbanas de calor y frío y de las tecnologías de recuperación de calor para mejora de la eficiencia energética en la industria, las etapas de investigación y avanzar de forma eficaz hacia la innovación, siendo crucial un plan eficaz y eficiente de plantas de demostración, identificando las mismas, y las fórmulas realistas para su financiación. La información suministrada por la PTE-EE en este ámbito es considerada suficiente por el 73% del GEVAL.

Por la naturaleza y tamaño de los proyectos de demostración necesarios, se ha preguntado al GEVAL si estos son viables para ser desarrollados en España en 2022. La respuesta mayoritaria ha sido positiva, con un 64% de votos sin reservas y un 27% de votos que consideran conveniente combinar capacidades nacionales de I+D+i, existentes o nuevas, con externas, para maximizar el desarrollo industrial en España.

El GEVAL considera mayoritariamente que en España hay una base sólida de investigación en las tecnologías de EE analizadas, competitiva a nivel internacional, con personal muy cualificado, con instalaciones experimentales punteras y grupos de renombre; sin embargo, se anima a mejorar dicha base con aportaciones especiales para mantenerla y a potenciar la colaboración entre centros y grupos de investigación para alcanzar masas críticas, y una focalización de esfuerzos adecuada.

Mayoritariamente (55%) se considera que existen en España las infraestructuras de I+D necesarias, o que pueden existir en un plazo razonable sin un coste apreciable. No obstante, un 9 % del GEVAL opina que debe hacerse un esfuerzo especial para situar las tecnologías en un umbral mínimo que produzca resultados eficaces.

En opinión del 60% de GEVAL, la capacidad de los centros de I+D+i en tecnologías de EE no recoge las áreas de homologación y certificación adecuadamente; si bien conviene aclarar que, a medida que se avance en el futuro en su despliegue comercial, será necesario desarrollar una normativa que defina los ensayos, evaluaciones energéticas, medidas y auditorías, lo que necesitará desarrollar las capacidades e instalaciones experimentales.

Para una adecuada organización de la I+D+i en estas tecnologías, que favorezca la consecución de los objetivos, en opinión del GEVAL deberían proponerse cambios en los planes de acción y coordinación, y estaría justificado crear líneas de priorización y programas de financiación. Sin embargo, el grupo constata que las tecnologías de EE no disponen de líneas prioritarias específicas en la Administración con propuestas de financiación, estando incluidas actualmente en los apoyos generales.

La opinión del GEVAL afirma que los desarrollos tecnológicos en materia de redes de distrito y de EE en el sector industrial, llevados a cabo en España por empresas y centros de investigación, son conocidos y valorados fuera de nuestro país, aunque no en la medida completa de su importancia. En lo que respecta a los centros de I+D+i del país, son bien conocidos, apreciados y utilizados por contratistas extranjeros, sin duda debido al escaparate conseguido gracias a su extensa y activa en los Programas Marco de la UE.

Como en otros campos de la investigación de nuestro país, la actual capacidad de transferir conocimiento desde la ciencia a la tecnología y mercado es aceptable; y son el 100 % de los votos del GEVAL los que tienen esta opinión. No obstante, la penetración de los nuevos desarrollos tecnológicos en el mercado, en opinión del 82% de GEVAL, requerirá de apoyos públicos vía instrumentos de financiación y empuje privado.

La Plataforma tecnológica de EE, ha identificado y definido Iniciativas Tecnológicas Prioritarias (ITPs), que señalan, con probabilidad de éxito, productos o servicios con potencial mercado y creación de actividad económica, lo cual sería muy deseable para defender la importancia de estas tecnologías para la economía del país, claramente defendida por el GEVAL a lo largo de este ejercicio.

El GEVAL considera mayoritariamente que sería útil, para acelerar la entrada en el mercado de estas tecnologías, que la Administración defina líneas prioritarias y propuestas de financiación específicas para estas tecnologías después de consultar con los expertos.

Finalmente, a la pregunta de si se considera que **las redes urbanas de calor y frío y las tecnologías de EE con recuperación de calor en el sector industrial pueden ser clave para la transición energética en el marco de la UE**, la respuesta del GEVAL fue casi unánime (91%).

5. REFERENCIAS Y CONTRIBUCIONES

5.1. Contribuciones y Expertos Participantes

Redactores del Anexo:

- Felix Tellez (ALINNE)
- Paula Collazos (SinCeO2)
- Maria Cubillo (SinCeO2)

Contribución/Revisión desde la PTE-EE:

- Oscar Seco (PTE-EE / CIEMAT)
- Jose Antonio Ferrer (PTE-EE / CIEMAT)
- Juan Avellaner (GT-ALINNE)

Miembros de GEVAL-ALINNE que han participado en el ejercicio de análisis de este ANEXO:

Miembros GEVAL participantes en esta evaluación: Ramón Gavela (ALINNE), Enrique Soria (ALINNE), Luisa Revilla (CDTI), Ignacio Cruz (CIEMAT), Félix Téllez (CIEMAT), Maximiano Bernabé (CNH2), Miguel Peña (CSIC), Ana Padilla (ENERCLUB), Diego García (IMDEA Energía), Ingvar Hallste (Naturgy), Unai Búrdalo (REE) y María Cubillo (SinCeO2). Juan A. Avellaner (GT-ALINNE)

Secretaría Técnica de ALINNE:

- Felix Tellez (ALINNE / CIEMAT)
- Jorge de Berenguer (ALINNE)

5.2. Agradecimientos

Las actividades de ALINNE cuentan con **patrocinio público y privado**. Desde el sector público colaboran: **CIEMAT, CRUE, CSIC, IDAE, Mº de Ciencia, Innovación y Universidades (Agencia Estatal de Investigación, Dirección General de Política de la I+D+i y Dirección General de Industria y de la PYME), Mº para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (Subdirección General de Eficiencia Energética y Oficina Española de Cambio Climático) y la Universidad de Zaragoza**. Desde el sector privado se cuenta con la participación de ocho empresas: **ACS-SCE; ALBUFERA ENERGY STORAGE; ESTEYCO; GEOTER; IBERDROLA; NATURGY; REE y SIEMENS-GAMESA**.

Actualmente, estas actividades cuentan, además, con la financiación pública del proyecto **“Red de Excelencia ENE2017-90816-REDE”**

5.3. Referencias Bibliográficas

- [1]. International Energy Agency (IEA). "[Energy Efficiency 2018. Analysis and outlooks to 2040](#)". Market Report Series
- [2]. International Energy Agency (IEA). "[Energy Efficiency 2019](#)".
- [3]. International Energy Agency (IEA). "[World Energy Outlook 2018](#)".
- [4]. EC. "[2018 assessment of the progress made by Member States towards the national energy efficiency targets for 2020 and towards the implementation of the Energy Efficiency Directive as required by Article 24\(3\) of the Energy Efficiency Directive 2012/27/EU](#)". Brussels, 9.4.2019 COM(2019) 224 final
- [5]. [DIRECTIVA \(UE\) 2018/2002 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 11 de diciembre de 2018 por la que se modifica la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética.](#)
- [6]. IRENA, 2015. "[SYNERGIES BETWEEN RENEWABLE ENERGY AND ENERGY EFFICIENCY](#)"
- [7]. Informe "Energías de Distrito en las Ciudades. Liberando el potencial de la eficiencia energética y la energía renovable", Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ". 2015 (<http://www.districtenergyinitiative.org/sites/default/files/publications/desexec-sumesweb-version-30052017135.pdf>).
- [8]. Informe "Análisis y propuestas para la descarbonización", de la Comisión de Expertos de Transición Energética de 2018 (http://www6.mityc.es/aplicaciones/transicionenergetica/informe_cexpertos_20180402_veditado.pdf).
- [9]. Artículo "El district heating español busca el nivel europeo", publicado por Miguel Pérez de Lema en la revista Energética XXI (Nº 143, Octubre 2014).
- [10]. Artículo "Optimización de Redes de Distrito de Calor y Frío", publicado por Elena Sarachu (<https://www.caloryfrio.com/energias-renovables/optimizacion-de-redes-de-distrito-de-calor-y-frio.html>).
- [11]. Fundación CIRCE (<http://www.fcirce.es/web/data/new.aspx?source=comActual&id=2812>)
- [12]. Proyecto INDUS3ES, financiado por el Programa H2020 de la Comisión Europea (<http://www.indus3es.eu/>).
- [13]. Proyecto SmartReFlex, financiado por el Programa "Intelligent Energy Europe" (<http://www.smartreflex.eu/en/home/>).
- [14]. ANTEPROYECTO DE LEY DE CAMBIO CLIMÁTICO Y TRANSICIÓN ENERGÉTICA (20 de febrero de 2019): <https://elperiodicodelaenergia.com/wp-content/uploads/2019/02/Anteproyecto-Ley-CC-y-TE-.pdf>
- [15]. [ACEEE, AEEE and ECEEE input to IEA's global high-level commission for urgent action on energy efficiency.](#) November 2019. "12 strategies to step up global energy efficiency Advice from three expert NGOs to IEA's High-Level Commission on Energy Efficiency"
- [16]. IRENA (2017), "Synergies between renewable energy and energy efficiency, a working paper based on REmap", International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi, www.irena.org/remap
- [17]. IRENA (2020), Global Renewables Outlook: Energy transformation 2050. (Edition: 2020), International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. ISBN 978-92-9260-238-3. Available for download: www.irena.org/publications
- [18]. IDAE (2018) [Tendencias y Políticas de Eficiencia Energética en ESPAÑA Informe Nacional para el Proyecto ODYSSEE- MURE "A decision support tool for energy efficiency policy evaluation"](#)
- [19]. Ministerio de Energía Turismo y Agenda Digital 2017 "Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2017-2020"
- [20]. [BOE 11 Enero 2021: Resolución de 30 de diciembre de 2020, de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental, por la que se formula la declaración ambiental estratégica del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030](#)
- [21]. IEA 2020. "Energy Efficiency 2020". www.iea.org
- [22]. IRENA (2017), Renewable Energy in District Heating and Cooling: A Sector Roadmap for REmap, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi. www.irena.org/remap.
- [23]. IRENA (2014) REMAP 2030. Hoja de Ruta de las Energías Renovables
- [24]. IRENA (2021)
- [25]. BOE REAL DECRETO 1027/2007, de 20 de julio, por el que se aprueba el [Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios](#) (Modificación RITE)
- [26]. ADHAC (2011). [GUÍA BÁSICA DE REDES DE DISTRITO DE CALOR Y DE FRÍO](#)

- [27].(ERESEE 2020)SECRETARÍA DE ESTADO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA “ACTUALIZACIÓN 2020 DE LA ESTRATEGIA A LARGO PLAZO PARA LA REHABILITACIÓN ENERGÉTICA EN EL SECTOR DE LA EDIFICACIÓN EN ESPAÑA”.
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/es_ltrs_2020.pdf
- [28].PTE-EE (Plataforma Tecnológica Española de Eficiencia Energética), (Dic. 2020). “ESTUDIO DE PROSPECTIVA DIO DE PROSPECTIVA 2030-2050 2030-2050 DE TECNOLOGÍAS DE TECNOLOGÍAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA”
- [29].PTE-EE (Dic. 2020), “Desarrollo y mejora de las tecnologías para utilizar la energía residual industrial incluyendo su conversión en otros vectores que puedan ser comercializados en el sistema energético. ITP 2020”.
- [30].MITECO (2020). [Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030](#).
- [31].Cambridge Econometrics (Dic. 2015): “Assessing the Employment and Social Impact of Energy Efficiency”
https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/CE_EE_Jobs_main%2018Nov2015.pdf

5.4. Abreviaturas

ACS	Agua Caliente Sanitaria
ADHAC	Asociación de Empresas de Redes de Calor y Frío
ALINNE	Alianza por la Investigación y la Innovación Energéticas
APDTE	Análisis del Potencial de Desarrollo de Tecnologías Energéticas
DEE-UE	Directiva de Eficiencia Energética de la Unión Europea
DHC	“District Heating and Cooling” (Calefacción y Refrigeración de Distrito)
EE	Eficiencia Energética
EE.RR.	Energías Renovables
EME	Escenario Mundial Eficiente (de la Agencia Internacional de la Energía)
GEI	Gases de Efecto Invernadero
IEA	International Energy Agency
IEA/AIE	International Energy Agency /Agencia Internacional de la Energía
IRENA	International Renewable Energy Agency
LCOE	“Levelized Cost of the Energy” (Coste ponderado de la energía)
OPI	Organismo Público de Investigación
PTE	Plataforma Tecnológica Española de Ámbito Energético
PTE-EE	PTE de Eficiencia Energética

Historial de Cambios

Version	Fecha	Modificado por	Cambio realizado
0	12/11/18	ALINNE (FT)	Plantilla y propuesta contenidos del Anexo (Inclusion de los resúmenes de las ITPs de PTE-EE). Inclusion de graficos de los indicadores (para 2010-2030) aportados por la PTE-EE
1.1	13/12/18	SINCEO2	Contribuciones SINCEO2 (1.1; 1.1.1; 1.1.2; 1.1.3; 1.2.1; 1.2.3; 2.1; 3.1; 3.2; 4.1.3; 4.2.3; 5.1)
1.2	13/12/18	ALINNE (FT)	Integracion de cambios propuestos por SinCeO2
1.3	04/03/19	ALINNE (FT)	Inclusion Evaluacion GEVAL y Revisión de consistencia
1.4	03/03/21	ALINNE (FT)	Actualización Sección 1
1.5	06/03/21	ALINNE (FT)	Edición y actualización conjunto del documento
1.6	13/05/21	ALINNE (FT)	Finalización redacción secciones 2 y 3
1.7	14/05/21	ALINNE (FT)	Finalización redacción sección 4
1.8	26/05/2021	Juan Avellaner (GT-ALINNE)	Revisión de calidad del doc. completo

5.5. Listado de Apéndices

- **Apéndice I:** Valores de los 15 Indicadores, agrupados en 5 criterios de evaluación (1.Economía y Empleo, 2. Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación, 3. Posicionamiento Tecnológico, 4. Capacidades en Infraestructuras de I+D+i, de Certificación y de Homologación, 5. Contribución a los objetivos energéticos y medioambientales) aportados por PTE-EE
- **Apéndice II:** Presentación de la PTE-EE en reunión con GEVAL
- **Apéndice III:** Resultados del ejercicio de subjetividad compartida (votaciones presenciales) de GEVAL