

Universidad
Politécnica
de Cartagena



industriales
etsii UPCT

Memoria de Buenas Prácticas Energéticas en Polígonos Industriales

Titulación: Máster en Energías
Renovables

Alumno/a: Guillermo Salar Alcaraz

Director/a/s: Andrés Ortuño Carbonell

M. Socorro García Cascales

Empresa/Institución: COIIRM

Cartagena, 06 de septiembre de 2014

Contenido

Capítulo I: Introducción	6
1.1. Desarrollo sostenible y eficiencia energética	7
1.2. Situación energética actual	10
1.3. Normativa vigente	23
Capítulo II: Objetivos	31
2.1. Objetivo 20/20/20 y Proyecto Enering	32
2.2. Atención a los parques industriales	33
2.3. Objetivo de la memoria	34
Capítulo III: Propuestas de Eficiencia Energética de Tipo Normativo	36
3.1. La Unión Europea y su política energética	41
3.2. Normativa para la eficiencia energética en España	56
Capítulo IV: Guías Técnicas de Ahorro y Eficiencia Energética	62
4.1. Norma ISO 50001	63
4.1.1. Objetivos SMART (SMART Targets)	66
4.1.2. Tecnología informática aplicada a Sistemas de Gestión de la Energía	70
4.1.3. Indicadores Clave del Rendimiento (Key Performance Indicators)	71
4.2. Ahorro y eficiencia energética en instalaciones industriales	74
4.2.1. Calderas	74
4.2.2. Cogeneración	79
4.2.3. Redes de distribución de calor y frío	90
4.2.4. Mejoras horizontales de la Energía Térmica	94
4.2.5. Mejoras horizontales de la Energía Eléctrica	100
Capítulo V: Proyectos de referencia	107
5.1. Proyectos para el desarrollo sostenible de áreas industriales	108
5.1.1. Proyecto Enering	108
5.1.2. Proyecto MEID	112
5.1.3. Proyectos Clima	113
5.1.4. Proyecto REEMAIN	122
5.1.5. Proyecto Green-Foods	123
5.2. Proyectos aplicados a Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)	125
5.2.1. Proyecto Enerline	125
5.2.2. Proyecto CHANGE	126

5.2.3.	Proyecto ENGINE	127
5.2.4.	Proyecto BESS.....	129
5.2.5.	Proyectos ENECO.....	130
5.3.	Proyectos destinados a industrias específicas.....	132
5.3.1.	Proyecto ICE-E	132
5.3.2.	Proyecto EXBESS.....	134
5.3.3.	Proyecto EINSTEIN I y II	135
5.3.4.	Proyecto O ₂ GEN.....	137
5.3.5.	Proyecto Recipe.....	138
5.3.6.	Proyecto ENER-PLAST	140
5.3.7.	Proyecto EUPlastVoltage	140
5.3.8.	Proyecto GERONIMO.....	142
5.3.9.	Proyecto FoundryBench	143
5.3.10.	Proyecto SurfEnergy	144
5.4.	Proyectos de fomento del uso de Energías Renovables	146
5.4.1.	Proyecto S2BIOM.....	146
5.4.2.	Proyecto BIOSIT	147
5.4.3.	Proyecto CHEFUB	148
5.4.4.	Proyecto MORE	148
5.4.5.	Proyecto EINSTEIN.....	151
5.4.6.	Proyecto SAHC.....	152
5.4.7.	Proyecto Hydro Solar 21	152
5.4.8.	Proyecto Zero HytechPark	154
Capítulo VI: Conclusiones		157
Capítulo VII: Bibliografía.....		161

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1. Las tres dimensiones del desarrollo sostenible	8
Ilustración 2. Evolución del consumo energético mundial. Fuente: IEA.....	10
Ilustración 3. Evolución del consumo de los diferentes recursos energéticos. Fuente: IEA	11
Ilustración 4. Evolución del consumo mundial en el sector industrial. Fuente: IEA	12
Ilustración 5. Dependencia energética en la UE a 2011. Fuente: Eurostat	13
Ilustración 6. Importaciones netas de combustibles sólidos y líquidos de la UE a 2011. Fuente: Eurostat.....	14
Ilustración 7. Evolución de las importaciones de gas natural en la UE y países de origen. Fuente: Eurostat.....	14
Ilustración 8. Evolución de las importaciones de crudo en la UE y países de origen. Fuente Eurostat.....	14
Ilustración 9. Evolución de las importaciones de carbón en la UE y países de origen. Fuente: Eurostat.....	15
Ilustración 10. Intensidad energética de los Estados Miembros de la UE a 2011. Fuente: Eurostat.....	16
Ilustración 11. Evolución del consumo energético por sectores dentro de la UE. Fuente: Eurostat.....	16
Ilustración 12. Evolución de la energía final consumida dentro del sector industrial en la UE. Fuente: Eurostat.....	17
Ilustración 13. Aportaciones de origen renovable al consumo final de energía en cada país de la UE en 2011 y objetivos para 2020. Fuente: Eurostat	18
Ilustración 14. Evolución de la producción interior de energía y del grado de autoabastecimiento de España. Fuente: IDAE	19
Ilustración 15. Evolución del consumo de energía primaria en España. Fuente: IDAE	20
Ilustración 16. Evolución de la estructura de consumo de energía primaria por fuentes energéticas en España. Fuente: IDAE	21
Ilustración 17. Evolución del consumo final de energía en España por sectores. Fuente: IDAE	22
Ilustración 18. Evolución de los objetivos de las políticas energéticas a nivel mundial. Fuente: IEA	39
Ilustración 19. Esquema de flujos de información e incentivos entre gobierno y empresas [12]	40
Ilustración 20. Etiquetado de Eficiencia Energética de los edificios	57
Ilustración 21. Modelo del Sistema de Gestión de la Energía (SGEn) [17].....	65
Ilustración 22. Características de los objetivos.....	67
Ilustración 23. Clasificación de los objetivos para el uso energético en la industria	67
Ilustración 24. Informes gráficos comparativos del PIU [19]	71
Ilustración 25. Selección de indicadores de eficiencia energética [20].....	72
Ilustración 26. Esquema general de un sistema de cogeneración	79
Ilustración 27. Cogeneración con turbina de gas	80
Ilustración 28. Cogeneración con turbina de gas y postcombustión	80
Ilustración 29. Cogeneración con turbina de vapor.....	82
Ilustración 30. Cogeneración con ciclo combinado de turbina de gas	83
Ilustración 31. Cogeneración con motor alternativo	83
Ilustración 32. Aprovechamiento directo de gases en la cogeneración con motor alternativo..	84

Ilustración 33. Esquema del sistema de trigeneración	85
Ilustración 34. Curvas de fiabilidad tipo bañera	86
Ilustración 35. Tipos de curvas de probabilidad de fallo	87
Ilustración 36. Esquema de red de distribución de frío y calor	90
Ilustración 37. Comparación de un sistema convencional de abastecimiento y una red de distrito [24]	92
Ilustración 38. Acciones de la fase inicial	111
Ilustración 39. Acciones de la fase de desarrollo de la planta	111
Ilustración 40. Acciones de la fase de funcionamiento de la planta	111
Ilustración 41. Esquema e-learning del proyecto ICE-E	133

Capítulo I: Introducción

1.1. Desarrollo sostenible y eficiencia energética

La definición del término desarrollo sostenible se formalizó por primera vez en el Informe Brundtland (1987) como resultado de la Comisión Mundial de Medio Ambiente y Desarrollo de las Naciones Unidas[1]. Este término se aplica al desarrollo socioeconómico y está basado en tres factores: sociedad, economía y medio ambiente. Dicho informe define el desarrollo sostenible como la capacidad de *satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades*.

Según este planteamiento el desarrollo sostenible tiene que conseguir a la vez:

- Satisfacer las necesidades del presente, fomentando una actividad económica que suministre los bienes necesarios a toda la población mundial. La Comisión resaltó "las necesidades básicas de los pobres del mundo, a los que se debe dar una atención prioritaria".
- Satisfacer las necesidades del futuro, reduciendo al mínimo los efectos negativos de la actividad económica, tanto en el consumo de recursos como en la generación de residuos, de tal forma que sean soportables por las próximas generaciones. Cuando nuestra actuación supone costos futuros inevitables (por ejemplo la explotación de minerales no renovables), se deben buscar formas de compensar totalmente el efecto negativo que se está produciendo.

Las características que debe reunir un desarrollo para que lo podamos considerar sostenible son:

- Busca la manera de que la actividad económica mantenga o mejore el sistema ambiental.
- Asegura que la actividad económica mejore la calidad de vida de todos, no sólo de unos pocos selectos.
- Usa los recursos eficientemente.
- Promueve el máximo de reciclaje y reutilización.
- Pone su confianza en el desarrollo e implantación de tecnologías limpias.
- Restaura los ecosistemas dañados.
- Promueve la autosuficiencia regional
- Reconoce la importancia de la naturaleza para el bienestar humano.

El ámbito del desarrollo sostenible puede dividirse conceptualmente en tres partes: ecológico, económico, y social. Se considera el aspecto social por la relación entre el bienestar social con el medio ambiente y la bonanza económica. El triple resultado es un

conjunto de indicadores de desempeño de una organización en las tres áreas, pero que tiene cuatro dimensiones básicas:

- Conservación
- Desarrollo apropiado que no afecte sustantivamente los ecosistemas
- Paz, igualdad y respeto hacia los derechos humanos
- Democracia

El objetivo del desarrollo sostenible es definir proyectos viables y reconciliar los aspectos económico, social, y ambiental de las actividades humanas; estos tres pilares deben tenerse en cuenta por parte de las comunidades, tanto empresas como personas:

- Sostenibilidad económica: se da cuando la actividad que se mueve hacia la sostenibilidad ambiental y social es financieramente posible y rentable.
- Sostenibilidad social: basada en el mantenimiento de la cohesión social y de su habilidad para trabajar en la persecución de objetivos comunes. Supondría, tomando el ejemplo de una empresa, tener en cuenta las consecuencias sociales de la actividad de la misma en todos los niveles: los trabajadores (condiciones de trabajo, nivel salarial, etc.), los proveedores, los clientes, las comunidades locales y la sociedad en general.
- Sostenibilidad ambiental: compatibilidad entre la actividad considerada y la preservación de la biodiversidad y de los ecosistemas, evitando la degradación de las funciones fuente y sumidero. Incluye un análisis de los impactos derivados de la actividad considerada en términos de flujos, consumo de recursos difícil o lentamente renovables, así como en términos de generación de residuos y emisiones. Este último pilar es necesario para que los otros dos sean estables.

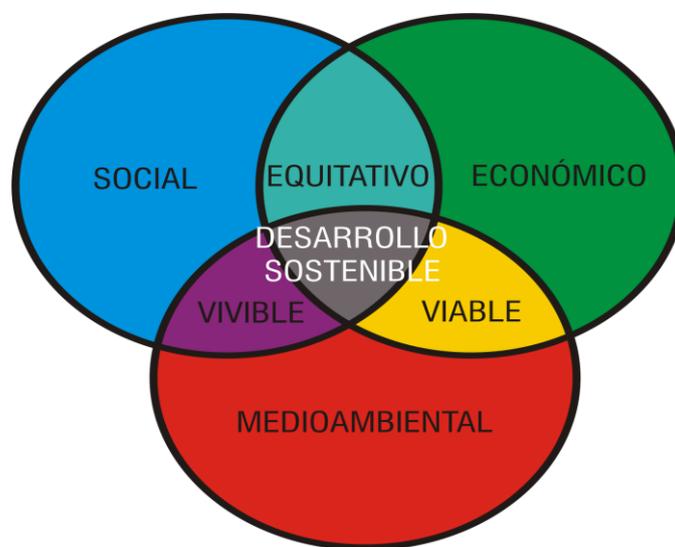


Ilustración 1. Las tres dimensiones del desarrollo sostenible

Por otro lado, e íntimamente ligada a la consecución del desarrollo sostenible, está la eficiencia energética que consiste en la reducción de consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el servicio, confort ni la calidad de vida, asegurando el abastecimiento, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad.

La eficiencia energética es una práctica empleada durante el consumo de energía para conseguir disminuirlo, con el fin de reducir costos y promover sustentabilidad económica, política y ambiental. La eficiencia energética es clave para mejorar la competitividad y garantizar la sostenibilidad de una industria o de un país. En este sentido, la identificación de obstáculos y la formulación de propuestas de mejora son variables fundamentales para avanzar por la senda del consumo energético inteligente. Dentro de esta memoria se van a repasar diferentes tipos de medidas encaminadas a lograr un ahorro de energía mediante un uso más eficiente de la misma, desde distintos puntos de vista.

Otro de los objetivos de alcanzar la eficiencia energética reside en la reducción de las emisiones de gases nocivos para el medio ambiente, entre los que se encuentra el dióxido de carbono (CO₂). Es un gas incoloro, denso y poco reactivo, que forma parte de la capa de la atmósfera más cercana a la tierra. Tiene un gran impacto en el llamado efecto invernadero y su concentración ha aumentado en los últimos 160 años.

Aunque se responsabiliza a los automóviles de una gran parte de las emisiones de CO₂, lo cierto es que a día de hoy sólo un 14% de dichas emisiones proceden de los vehículos con motor térmico. Los procesos industriales y manufactureros se combinan para producir todo tipo de gases de efecto invernadero, en particular grandes cantidades de CO₂. Las razones son dos, en primer lugar, muchas compañías manufactureras usan directamente combustible fósil para obtener el calor y vapor necesarios para las diferentes etapas en la línea de producción. Segundo, al utilizar más electricidad que cualquier otro sector, el nivel de emisiones producidas es mayor.

Al hablar de producción industrial nos referimos principalmente a la manufactura, construcción, producción minera y agricultura. La industria manufacturera es la más relevante de las cuatro y a su vez se puede subdividir en 5 sectores que son: la de papel, industria alimentaria, refinerías de petróleo, químicos, metal y productos de base mineral. Gran parte de las emisiones producidas de CO₂ por la producción industrial se centran en estas cinco categorías.

1.2. Situación energética actual

La disponibilidad de energía en la sociedad moderna está directamente relacionada con los niveles de bienestar, salud y duración de vida del ser humano.

El abastecimiento energético de un país está considerado como un sector estratégico, siendo indispensable para la vida dentro del mismo. La energía se requiere para poder asegurar la iluminación, la protección contra agentes climáticos y para el transporte de personas y mercancías, pero al mismo tiempo es la base de todos los sectores económicos de un país, incluyendo agricultura, industria y servicios, además del progreso científico. Esto convierte al abastecimiento energético en un indicador inequívoco de la situación económica de un país.

Al mismo tiempo que se disfruta de una elevada calidad de vida con el consumo de energía, esto produce efectos no deseados en el medio ambiente, contaminando aire, aguas y suelos; por lo que se hace indispensable la implantación de programas que reduzcan estos efectos negativos y con los que se pueda llegar a un abastecimiento de energía sostenible.

El consumo de energía a nivel mundial se encuentra muy diferenciado entre los países desarrollados y los que están en vías de desarrollo, siendo estos últimos los que presentan un menor consumo de energía. Sin embargo esta situación está destinada a revertir en los próximos años, debido a que el incremento de la población en los países que están en desarrollo, así como de sus economías, los llevará a experimentar un aumento en el consumo de energía.

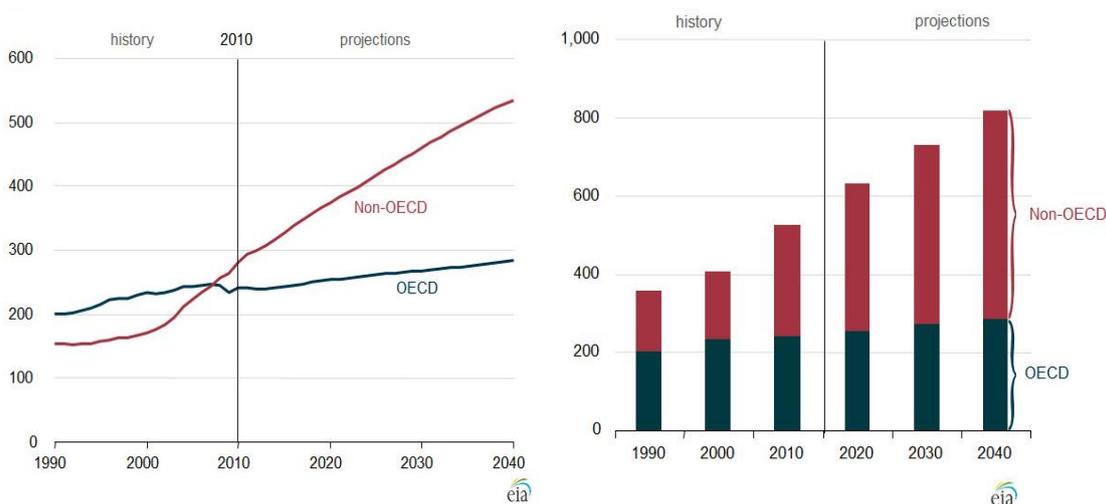


Ilustración 2. Evolución del consumo energético mundial. Fuente: IEA

La Administración de la Información Energética de los Estados Unidos (Energy Information Administration, EIA), en su previsión energética internacional de 2013 (*International Energy Outlook*)[2] espera que se produzca un crecimiento del 56% en el consumo mundial de energía hasta 2040. La mayor parte de este crecimiento en el consumo de energía se producirá en países fuera de los que forman la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), conocidos como países no-OCDE, donde la demanda estará

motivada por fuertes crecimientos económicos a largo plazo. De este modo, el uso de energía en los países no-OCDE aumentará un 90%, mientras que en aquellos que sí pertenecen a esta organización, será del 17%. Al analizar estos datos se debe tener en cuenta que el estudio no contempla las posibles políticas o legislaciones futuras que puedan afectar a los mercados energéticos.

Analizando las fuentes de abastecimiento de la energía podemos ver cómo, las energías renovables y la energía nuclear son las fuentes de energía que experimentarán un crecimiento más rápido, cada una del 2,5% al año. Sin embargo, los combustibles fósiles continuarán sufriendo casi el 80% del uso global de energía hasta 2040. El consumo del gas natural a nivel mundial experimentará un aumento del 1,7% por año, siendo el combustible fósil que más rápido crece dentro de esta revisión energética, teniendo en cuenta el aumento del abastecimiento del gas de esquisto y el metano encerrado en capas de carbón. El uso del carbón aumenta más rápido que el petróleo y otros combustibles líquidos hasta después de 2030, debido principalmente al incremento en el consumo de carbón de China.

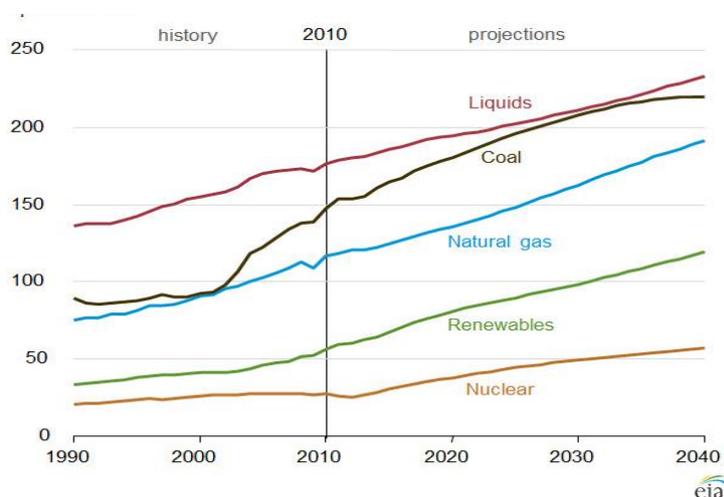


Ilustración 3. Evolución del consumo de los diferentes recursos energéticos. Fuente: IEA

Entender los patrones del consumo de energía distribuida a los usos finales es importante para el desarrollo de las proyecciones globales del uso de la energía. Fuera del sector del transporte, dominado actualmente por los combustibles líquidos, el mix de usos energéticos en los sectores residencial, comercial e industrial varía mucho dependiendo de la región, todo esto es debido a la combinación de factores propios de cada área, como la disponibilidad de fuentes de energía, el nivel de desarrollo económico, político y social, así como, de factores demográficos.

Centrando la atención en el sector industrial, se debe tener en cuenta la amplia variedad de procesos que engloba: manufacturación, agricultura, minería y construcción, así como, procesado y ensamblaje, acondicionamientos e iluminación. El uso de la energía industrial también incluye los productos derivados del gas natural y el petróleo, como plásticos y fertilizantes.

La demanda energética destinada al sector industrial varía a lo largo de los países y de sus regiones, estando basada en los niveles de actividad económica y sus diferentes variantes, y en el desarrollo tecnológico, entre otros factores. El sector industrial consumió el 52% de la

energía distribuida a nivel mundial en 2010, y esta cantidad aumentará un 1,4% al año desde 2010 hasta 2040, según la previsión energética internacional de 2013.

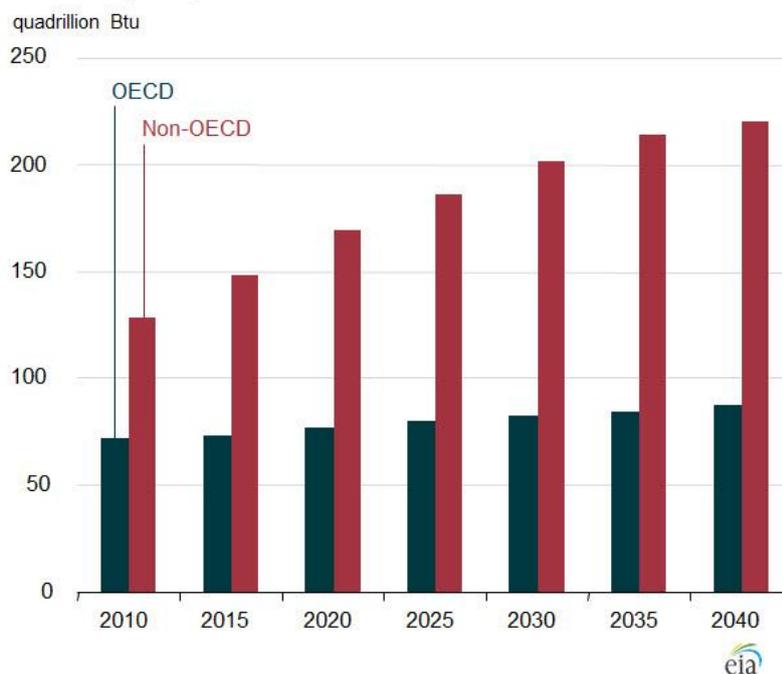


Ilustración 4. Evolución del consumo mundial en el sector industrial. Fuente: IEA

El aumento del uso de energía en el sector industrial también se verá diferenciado, siendo en los países no pertenecientes a la OCDE del 1,8% al año, mientras que en los países miembro el crecimiento esperado es del 0,6% al año. Esto se debe a que las operaciones industriales en las economías de la OCDE son generalmente más eficientes energéticamente que en las no-OCDE, y el mix de las salidas del sector industrial está más ponderado hacia sectores industriales no incluidos en la intensidad energética. Como resultado de esto último, se espera que la intensidad energética industrial en los países no-OCDE sea el triple que en los de la OCDE, entendiendo como intensidad energética industrial la cantidad de energía consumida en el sector industrial por dólar de salida económica.

➤ Situación en Europa

En la Unión Europea de los 28, la dependencia energética de importaciones exteriores creció del 47,4% en 2001, al 53,8% en el año 2011. En la última década el rango de dependencia energética creció constantemente entre 2001 y 2006, y desde entonces ha sufrido fluctuaciones. El mayor registro se produjo en 2008 con un 54,6% de importaciones de energía [3].

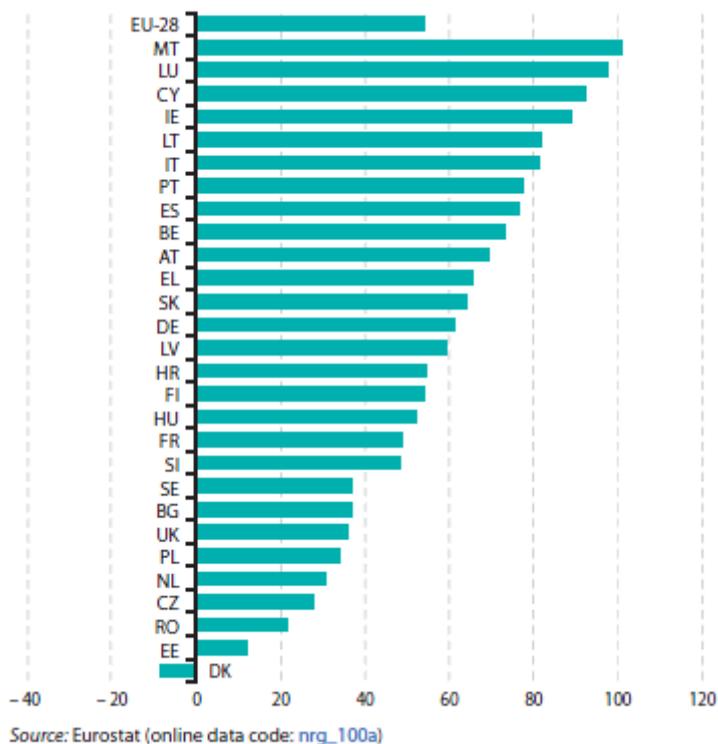


Ilustración 5. Dependencia energética en la UE a 2011. Fuente: Eurostat

El único Estado Miembro con una dependencia negativa fue Dinamarca, con un -8,5% en 2011, convirtiéndose en exportador neto de energía. Ciertos países, como Reino Unido, pasaron de ser exportadores de energía a convertirse en claros importadores de la misma, entre 2001 y 2011.

Centrando la atención en las importaciones de combustibles sólidos se observa un incremento del 8% en 2011 respecto a 2010, alcanzando 190 millones de toneladas. En 2011, los únicos exportadores netos de combustibles sólidos fueron República Checa y Estonia; siéndolo también Polonia hasta el año 2010. En la otra cara, están los importadores de estos combustibles, encontrándose a la cabeza Alemania (26% del total de importaciones de la Unión Europea) y Reino Unido, con el 17%.

Las importaciones de combustibles líquidos, en el total de la Unión Europea, crecieron un 8% entre 2001 y 2008, experimentando un descenso del 9% hasta 2011. A pesar de esto, en 2011 las importaciones de combustibles líquidos alcanzaron los 545 millones de toneladas, que supone un descenso del 2% respecto al año 2001. Dinamarca fue en 2001 el único Estado Miembro exportador, siendo los importadores netos Alemania y Francia. Todos estos datos se pueden ver reflejados en la siguiente gráfica.

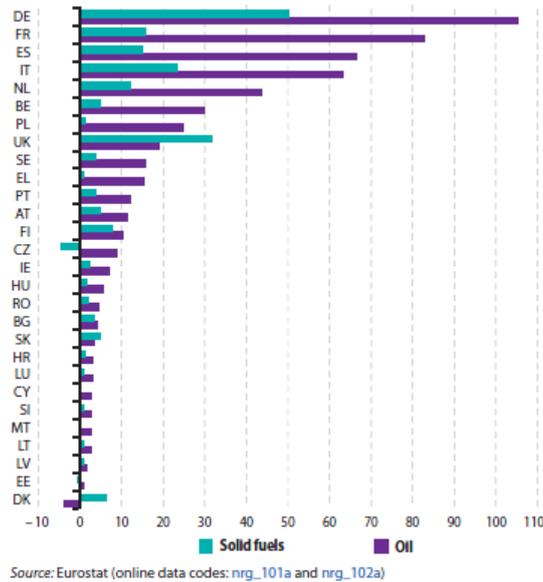


Ilustración 6. Importaciones netas de combustibles sólidos y líquidos de la UE a 2011. Fuente: Eurostat

La procedencia de las importaciones de gas natural, crudo y carbón son muy variadas, y se pueden observar en los siguientes gráficos.

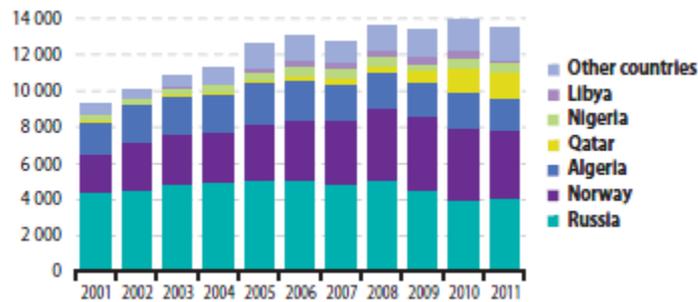


Ilustración 7. Evolución de las importaciones de gas natural en la UE y países de origen. Fuente: Eurostat

Las importaciones de gas natural crecieron un 46% entre 2001 y 2011, siendo Rusia el mayor suministrador de la Unión europea, con un 30% de las importaciones del total en 2011.

Siguiendo al gas natural, observamos las importaciones referidas al crudo. En la última década se ha registrado un descenso del 5%. En 2011, las importaciones procedentes de Rusia constituyeron el 35% del total, comparado con el 26% del año 2001.

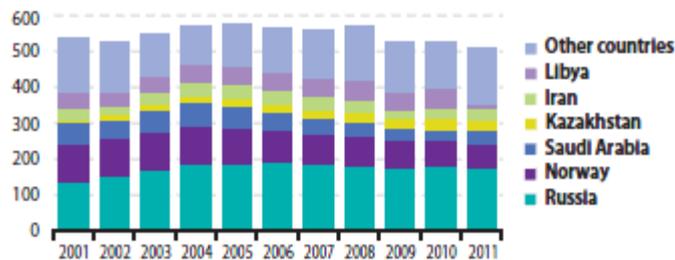


Ilustración 8. Evolución de las importaciones de crudo en la UE y países de origen. Fuente Eurostat

Las necesidades de carbón dentro de la Unión Europea se suplieron con importaciones que han crecido un 11% entre 2001 y 2011. A lo largo de este periodo, las importaciones de Rusia, Colombia y los Estados Unidos se doblaron. En 2011, las importaciones de Rusia fueron un 26% del total, y las de Colombia un 24%.

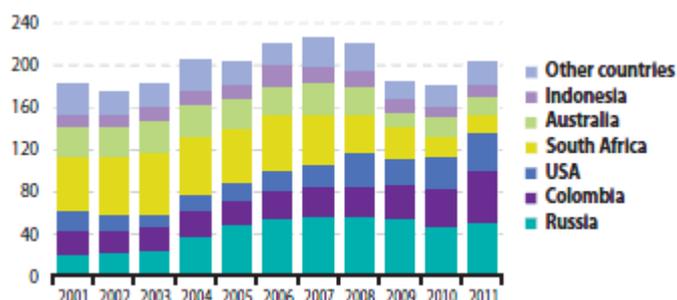
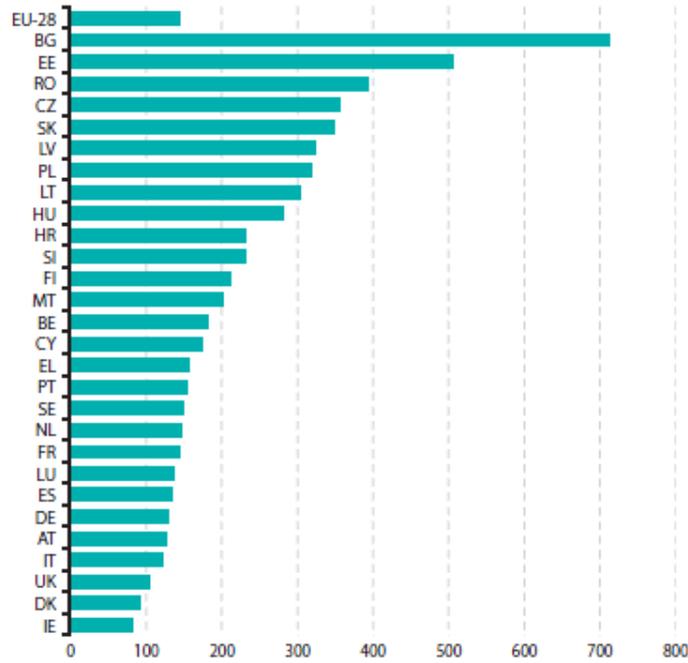


Ilustración 9. Evolución de las importaciones de carbón en la UE y países de origen. Fuente: Eurostat

Revisando los datos expuestos, se pone de manifiesto la fuerte dependencia energética del exterior de la Unión Europea, la cual podría aumentar y suponer un incremento de la vulnerabilidad de los Estados Miembro ante posibles cortes de suministro o encarecimiento de los precios debido a las crisis internacionales que pudieran surgir en los países suministradores, entre ellos Oriente Medio, Rusia o Argelia.

Debido a la falta de medios de la Unión Europea para influir en el mercado internacional, se hace necesaria una estrategia de seguridad del abastecimiento energético a largo plazo, el cual asegure la disponibilidad física y continuada de productos energéticos en el mercado a un precio asequible para todos los consumidores europeos. Todo ello se debe conseguir respetando y teniendo en cuenta las exigencias ambientales y bajo la perspectiva del desarrollo sostenible.

La intensidad energética en la Unión Europea de los 28 alcanzó los 144 kgoe/1000€ en 2011, que supone un descenso del 16% respecto al nivel de 2001. En la última década todos los Estados Miembro experimentaron un descenso en su intensidad energética, excepto Malta. Los descensos más acusados se dieron en Lituania (-44%), Eslovaquia (-42%), Rumanía (-33%) y Bulgaria (-32%). A pesar de este descenso, en estos cuatro países la cantidad de energía necesaria para producir una unidad económica está entre las más elevadas de 2011; particularmente Bulgaria registró la economía energética más intensa (712), estando cinco veces por encima de la media de la Unión Europea.

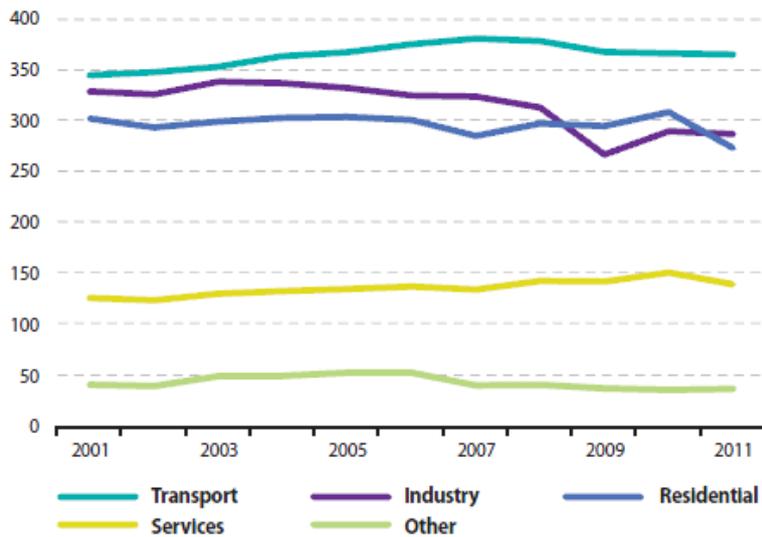


Source: Eurostat (online data code: nrg_ind_332a)

Ilustración 10. Intensidad energética de los Estados Miembros de la UE a 2011. Fuente: Eurostat

Por otro lado, los niveles más bajos de intensidad energética se han observado en Irlanda (82) y Dinamarca (91). En la última década, Irlanda registró un descenso del 27% en su intensidad.

Centrando la atención al consumo final de la energía en la Unión Europea, se muestra una división en cinco grupos: sector industrial, transporte, servicios, residencial y otros. La evolución de dicho consumo se puede ver en la siguiente gráfica.



Source: Eurostat (online data code: nrg_100a)

Ilustración 11. Evolución del consumo energético por sectores dentro de la UE. Fuente: Eurostat

A lo largo de este periodo, los descensos acusados se han producido en el sector industrial (-13%) y en el consumo doméstico (-9%), mientras que en el sector servicios se ha producido un aumento del 10%, y el del sector transporte ha sido del 6%.

Se revisa a continuación el consumo de energía final dentro del sector industrial, desglosándolo en las principales actividades industriales a las que se destina la energía consumida.

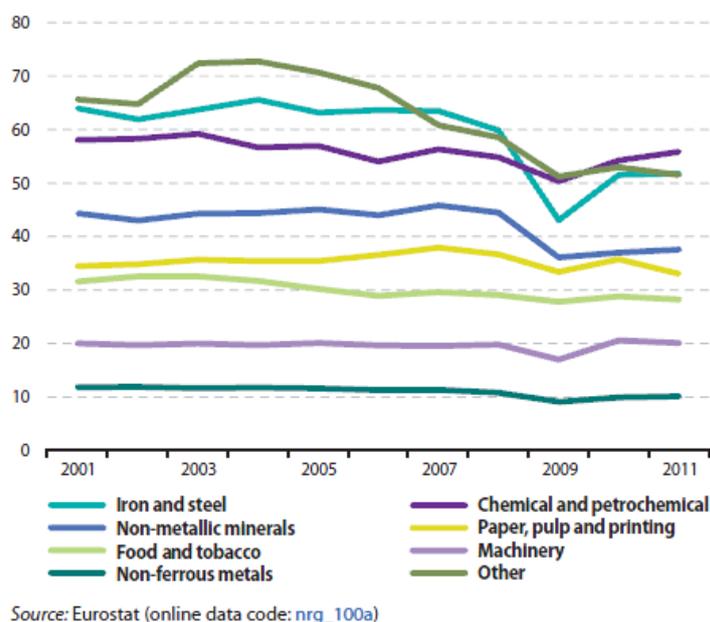
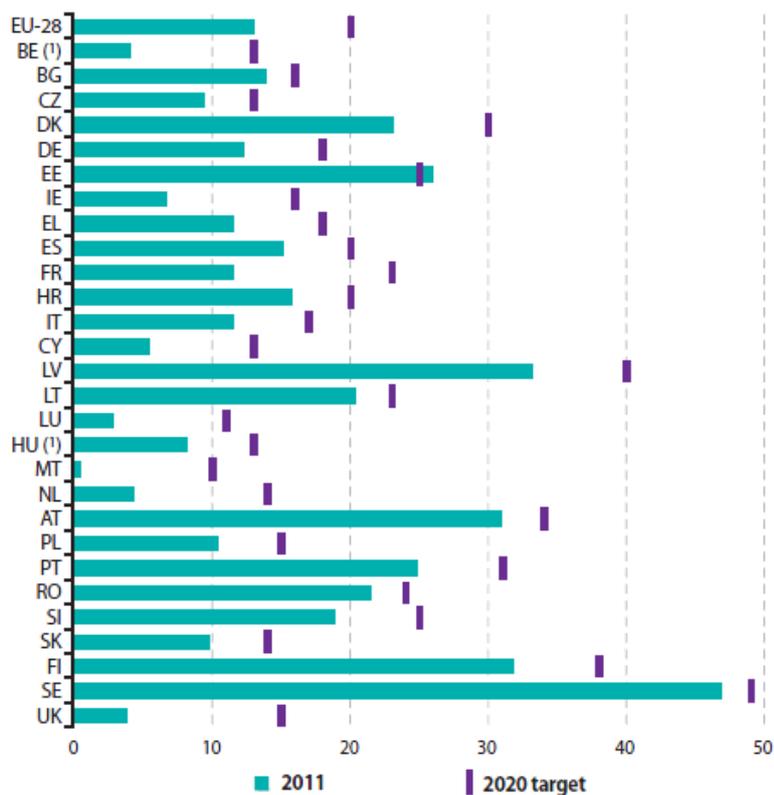


Ilustración 12. Evolución de la energía final consumida dentro del sector industrial en la UE. Fuente: Eurostat

El mayor descenso, que ha tenido lugar entre 2001 y 2011, lo ha sufrido la producción de hierro y acero, con un 19% menos de energía consumida, tras este sector se encuentran los descensos en los minerales no metálicos, los metales no férricos y comida y tabaco, siendo del 15%, 14% y 11% menores, respectivamente. En 2011 el sector químico y petroquímico consumió el 19% del total de energía empleada en el sector industrial, seguido por el sector del hierro y acero, con un 18% del total.

Comparando los resultados de 2011 con los de 2001, se observa que el único sector donde el consumo de energía se ha mantenido es el de maquinaria y, que ninguno de ellos experimenta un aumento en el consumo de energía.

Otro aspecto relevante del estudio energético de la Unión Europea es el porcentaje procedente de energías renovables dentro del total de energía consumida, así como la evolución que cada uno de los países experimenta año tras año para alcanzar el objetivo de 2020 descrito por la Directiva 2009/28/EC publicada por la Unión Europea. En la siguiente gráfica se muestra este porcentaje de energía consumida procedente de fuentes renovables, y el objetivo de 2020 marcado para cada uno de los países.



(1) Data are preliminary; Eurostat's estimates.

Source: Eurostat (Europe 2020 indicators — online data code: t2020_31)

Ilustración 13. Aportaciones de origen renovable al consumo final de energía en cada país de la UE en 2011 y objetivos para 2020. Fuente: Eurostat

Los objetivos fijados por la Directiva tuvieron en cuenta los diferentes puntos de partida de cada país miembro, su potencial de energías renovables y su situación económica. En el año 2011, la cantidad de energía renovable que se consumió fue del 13% del total consumido. Atendiendo a cada país, vemos que el récord se situó en Suecia, con un 46,8% de energía consumida procedente de fuentes renovables. Siguiendo a este país encontramos a Lituania (33,1%), Finlandia (31,8%) y Austria (30,9%). El único país que a fecha de 2011 consiguió el objetivo de la Directiva 2009 fue Estonia, estando Bulgaria y Suecia muy cerca de alcanzarlo también. Por el contrario, países como Francia, Reino Unido, los Países bajo o Malta necesitan aumentar el consumo de energía renovable para poder alcanzar los objetivos marcados para 2020.

➤ Situación en España

En el caso de España, la dependencia energética del exterior se hace más notable que en el total de la Unión Europea, estando cercana al 80%, muy por encima de la media europea (54%). Esto es debido a la estructura de consumo dominada por productos petrolíferos importados prácticamente en su totalidad, junto con la reducida aportación de recursos autóctonos [4].

Esta situación experimenta un cambio de tendencia a partir del año 2005, dentro del marco de las políticas actuales referidas a energías renovables y de eficiencia energética, registrándose una mejora progresiva del grado de autoabastecimiento hasta alcanzar un 26% en el año 2010.

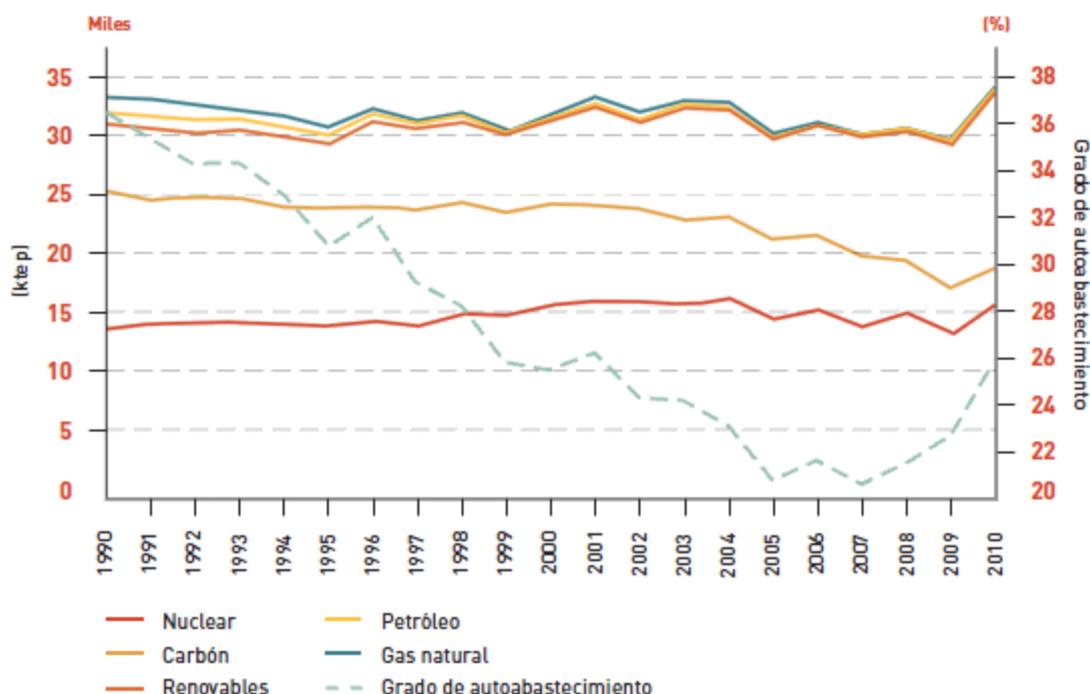


Ilustración 14. Evolución de la producción interior de energía y del grado de autoabastecimiento de España. Fuente: IDAE

La dependencia energética nacional sigue siendo considerable, pero las políticas antes mencionadas han favorecido la capacidad de autoabastecimiento, posibilitando una mayor cobertura con recursos autóctonos de la demanda nacional. Una consecuencia adicional a todo ello ha sido la mejora de la eficiencia en el sistema transformador español, expresada como la relación entre las demandas totales de energía final y primaria.

De esta forma, el mayor rendimiento asociado a las tecnologías de generación eléctrica basadas en energías renovables y gas natural –en cogeneración y ciclos combinados–, y la participación progresiva de estas tecnologías en el mix energético, ha llevado a una reducción en las necesidades de energía primaria, potenciada, asimismo, por la moderación en la demanda final derivada de actuaciones en eficiencia energética. Prueba de ello, es la correlación que parece existir en la evolución al alza de la contribución de las citadas fuentes energéticas con la demanda de energía primaria y la mejora de la eficiencia del sistema transformador.

La demanda energética ha venido experimentando una tendencia al alza en las tres últimas décadas, a lo largo de las cuales han tenido lugar cuatro crisis económico-energéticas (1973, 1979, 1993 y 2008) a nivel mundial, con impacto negativo en la actividad económica y en la demanda energética de la mayoría de los países desarrollados. No obstante, a principio de los años 70, esta circunstancia sirvió de catalizador para acometer políticas orientadas a la reducción de la dependencia energética y la mejora de la eficiencia. En España, esta reacción se manifestó con casi una década de retraso.

La posterior expansión económica de nuestro país, desde su incorporación a la UE, trajo como consecuencia un incremento en el poder adquisitivo, que tuvo su reflejo en un mayor equipamiento automovilístico y doméstico, así como en un fuerte desarrollo del sector inmobiliario, factores, entre otros, que han sido decisivos en las tendencias al alza del consumo energético. Al inicio de la década de los 90, una nueva crisis tuvo eco en una leve atenuación de la demanda energética. La evolución posterior mantuvo una tendencia ascendente hasta el año 2004, iniciándose, a partir de entonces, una nueva etapa en la evolución de la demanda energética, propiciada, entre otros, por la puesta en marcha de actuaciones al amparo de la *Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012* (E4), aprobada en noviembre de 2003. Este punto de inflexión marca una divergencia en la evolución del *Producto Interior Bruto* (PIB) y de los consumos energéticos.

Estos rasgos se mantienen en la actualidad, si bien, se han visto reforzados por el efecto de la crisis financiera internacional, iniciada hacia el segundo semestre del año 2008. En España, el efecto de esta crisis se evidencia a través de la desaceleración experimentada en el sector de la construcción que, tradicionalmente, ha constituido uno de los motores de la economía nacional. La pérdida de productividad de este sector y, en general, de la economía española en su conjunto, se ha visto acompañada de un descenso aún más acusado de la demanda energética, lo que permite confirmar la existencia de factores ligados a la mayor eficiencia energética, ajenos y anteriores a esta crisis, que repercuten en la mejora de los indicadores de intensidad. Por tanto, la sinergia de los efectos derivados del cambio producido en 2004, en la mejora de la eficiencia, y de la crisis inciden conjuntamente en el acusado descenso de la demanda energética que se ha producido en los últimos años.

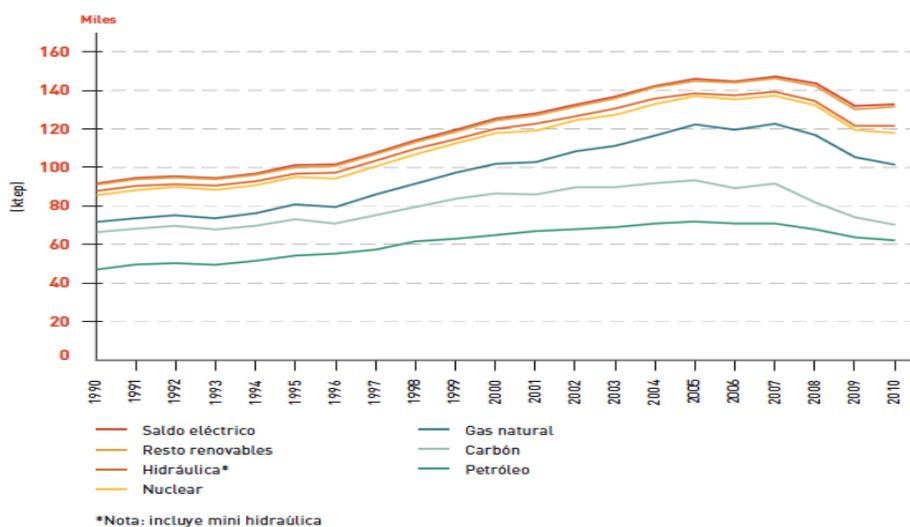
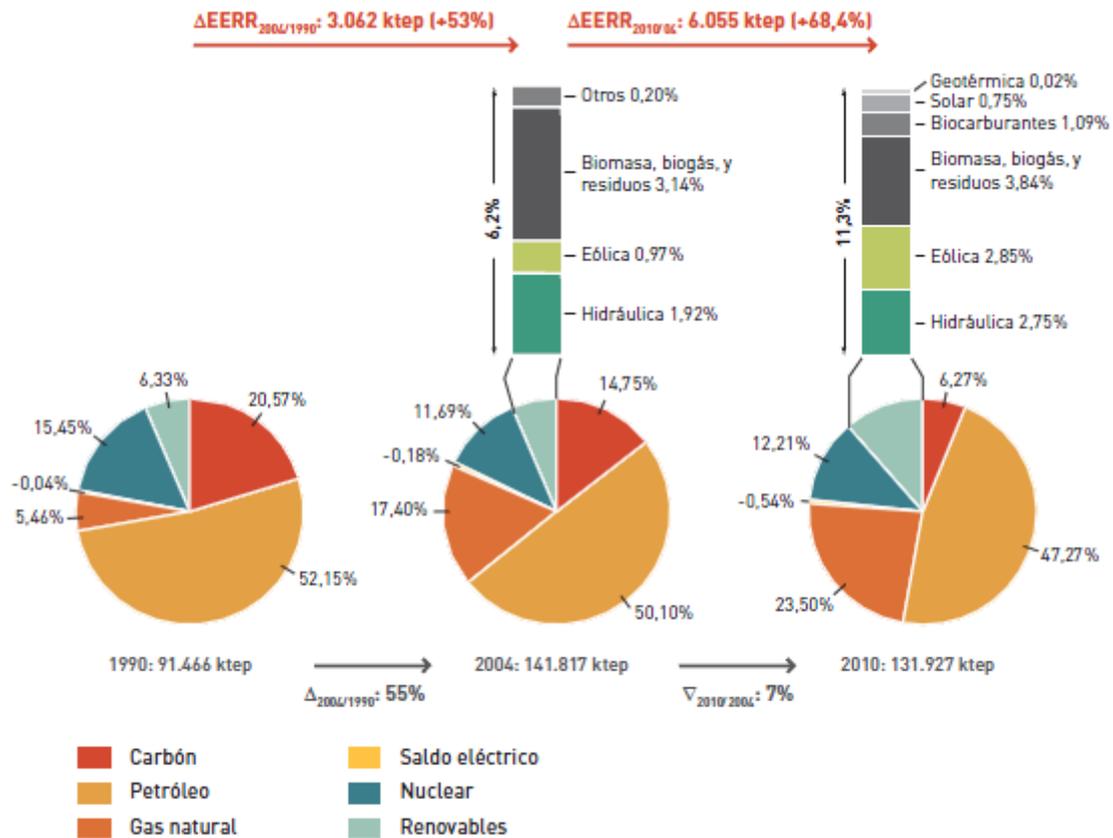


Ilustración 15. Evolución del consumo de energía primaria en España. Fuente: IDAE

La estructura de la demanda nacional de energía primaria se ha venido transformando en las últimas décadas. Si bien, este cambio resulta más evidente a partir de la segunda mitad de los 90, en que fuentes energéticas, como las energías renovables y el gas natural, han entrado con fuerza en escena, ganando terreno al carbón y al petróleo, tradicionalmente, más dominantes en nuestra cesta energética, lo que ha supuesto una mayor diversificación del abastecimiento energético.

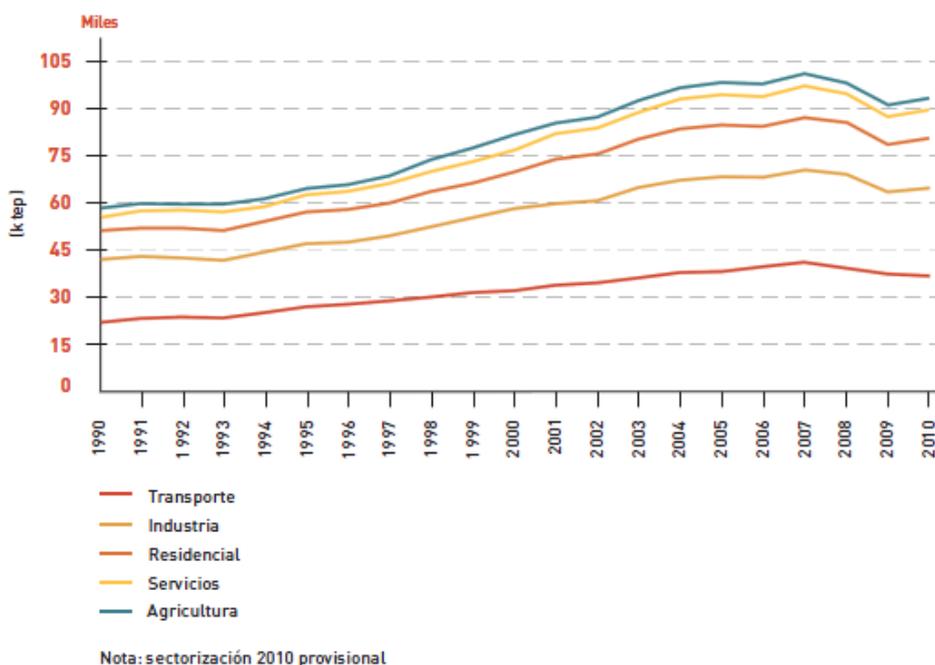


Fuente: MITYC/IDAE

Ilustración 16. Evolución de la estructura de consumo de energía primaria por fuentes energéticas en España. Fuente: IDAE

Respecto al consumo de energía final, la evolución ha seguido una tendencia similar a la observada en la energía primaria, con una tendencia a estabilización y contracción de la demanda a partir de 2004, así como el efecto de la actual crisis entre 2009 y 2010.

Atendiendo a la distribución sectorial de la demanda, el sector transporte es el mayor consumidor, con el 39,3% del consumo final total, principalmente, basado en productos petrolíferos, lo que, en gran parte, determina la elevada dependencia energética nacional. El siguiente orden de magnitud lo presenta la industria, con un 30,2% del consumo, a la que siguen los sectores de usos diversos, entre los que destacan, con creciente protagonismo, los sectores residencial y servicios.



Fuente: MITYC/IDAE

Ilustración 17. Evolución del consumo final de energía en España por sectores. Fuente: IDAE

Diversas actuaciones y planes de acción se han puesto en marcha, tanto dentro de España como en la Unión Europea, para lograr mejorar la situación energética; disminuyendo la dependencia del exterior, aumentando la eficiencia energética, promoviendo el ahorro de energía y fomentando la implantación de recursos renovables que entren a formar parte del mix energético de abastecimiento de cada uno de los países y sus sectores consumidores de energía.

1.3. Normativa vigente

Desde la década de los 90 hasta la actualidad, a nivel europeo y nacional, han surgido diferentes Comisiones y Directivas que se han encargado de regular el sector energético y las actuaciones pertinentes para conseguir una planificación apropiada de los recursos energéticos y alcanzar un desarrollo sostenible y respetuoso con el medio ambiente.

➤ Unión Europea

A continuación se repasan las decisiones y normas adoptadas por el Parlamento Europeo y la Comisión de la Energía [5].

- Directiva 92/42/CEE, de 21 de mayo de 1992 – Requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente sanitaria alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.
- Decisión del Consejo, de 14 de diciembre de 1998 – Aprobación de un programa plurianual destinado a fomentar la cooperación internacional en el sector de la energía (1998-2002).
- Decisión del Consejo, de 25 de enero de 1999 – Aprobación de un programa específico de investigación, demostración y desarrollo tecnológicos sobre “Energía, medio ambiente y desarrollo sostenible” (1998-2002).
- Decisión de la Comisión, de 27 de julio de 1999 – Establecimiento de los criterios ecológicos para la concesión de la etiqueta ecológica comunitaria a las bombillas eléctricas.
- Decisión nº 646/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de febrero de 2000 – Aprobación de un programa plurianual de fomento de las energías renovables en la Comunidad europea (Altener) (1998-2002).
- Decisión nº 647/2000/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de febrero de 2000 – Aprobación de un programa plurianual de fomento de la eficiencia energética (SAVE) (1998-2002).
- Decisión nº 1230/2003/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003 – Aprobación de un programa plurianual de acciones en el ámbito de la energía: “Energía inteligente - Europa” (2003-2006).
- Directiva 2003/87/CE, de 13 de octubre – Establecimiento de un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero en la Comunidad.
- Directiva 2003/96/CE, de 27 de octubre – Reestructuración del régimen comunitario de imposición de los productos energéticos y de la electricidad.
- Directiva 2004/8/CE, de 11 de febrero – Fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE.
- Directiva 2006/32/CE, de 5 de abril – Eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.
- Directiva 2008/1/CE, de 15 de enero – Prevención y control integrados de la contaminación.

- Directiva 2008/28/CE, de 11 de marzo – Instauración de un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía-
- Directiva 2009/28/CE, de 23 de abril – Fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.
- Directiva 2009/29/CE, de 23 de abril – Modificación de la Directiva 2003/87/CE para perfeccionar y ampliar el régimen comunitario de comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Decisión de la Comisión 2009/548/CE, de 30 de junio – Establecimiento de un modelo para los planes de acción nacionales en materia de energía renovable en virtud de la Directiva 2009/28/CE.
- Directiva 2009/72/CE, de 13 de julio – Normas comunes para el mercado interior de la electricidad.
- Directiva 2009/73/CE, de 13 de julio – Normas comunes para el mercado interior del gas natural.
- Directiva 2009/125/CE, de 21 de octubre – Instauración de un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Directiva de 2010/30/UE, de 19 de mayo – Indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada.
- Directiva 2010/31/UE, de 19 de mayo – Eficiencia energética de los edificios.
- Directiva 2010/75/UE, de 24 de noviembre – Emisiones industriales (prevención y control integrados de la contaminación).
- Reglamento Delegado (UE) nº 244/2012, de 16 de enero, que complementa la Directiva 2010/31/UE de eficiencia energética de los edificios, estableciendo un marco metodológico comparativo para calcular los niveles óptimos de rentabilidad de los requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios y de sus elementos.
- Corrección de errores del Reglamento Delegado (UE) nº 244/2012.
- Directiva 2012/27/UE, de 25 de octubre – Fomento de la eficiencia energética, por la que se modifican las Directiva 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directiva 2004/8/CE y 2006/32/CE.

➤ España

Desde el Ministerio de Industria, Turismo y Cultura del Estado Español se han aprobado Leyes, Reales Decretos y normas de otra índole que han afectado al sector energético del país, regulándolo y enfocando su actividad hacia los objetivos marcados por el Parlamento Europeo. Se van a revisar dichas disposiciones en los distintos ámbitos que integran la actividad energética de nuestro país [6] [7] [8].

- Ley 82/1980, de 30 de diciembre – Conservación de la energía.
- Ley 31/1992, de 16 de julio – Ley de industria.
- Real Decreto 7/2006, de 23 de junio – Adopción de medidas urgentes en el sector energético.
- Real Decreto 6/2009, de 30 de abril – Adopción de determinadas medidas en el sector energético y aprobación del bono social.

a. Sector eléctrico

a.1. Legislación básica.

- Ley 54/1997, de 27 de noviembre – Regulación del sector eléctrico en España.
- Real Decreto 6/1999, de 16 de abril – Medidas urgentes de liberalización e incremento de la competencia (Capítulo IV y Capítulo VIII, artículo 10.1)
- Real Decreto 6/2000, de 23 de junio - Medidas Urgentes de Intensificación de la Competencia en Mercados de Bienes y Servicios (Títulos I y II).
- Real Decreto 1454/2005, de 2 de diciembre – Modificación de determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Ley 17/2007, de 4 de julio – Modificaciones ley 54/1997 del sector eléctrico.
- Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero – Adaptación de determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- Disposición 19 de mayo de 2010 - Corrección de errores del Real Decreto 198/2010, de 26 de febrero.
- Real Decreto 14/2010, de 23 de diciembre – Establecimiento de medidas urgentes para la corrección del déficit tarifario del sector eléctrico.

a.2. Mercado producción de energía eléctrica

- Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre - Organización y regulación del mercado de producción de energía eléctrica.
- Orden Ministerial de 29 de diciembre de 1997 – Desarrollo de algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Resolución de 30 de junio de 1998. Anexo II: Aprobación del contrato de adhesión a las Reglas de funcionamiento del Mercado de Producción de Energía Eléctrica.
- Orden Ministerial de 17 de diciembre de 1998, por la que se modifica la de 29 de diciembre de 1997 - Desarrollo de algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.
- Real Decreto 2818/1998, de 23 de diciembre - Producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- Real Decreto 134/2010, de 12 de febrero - Establecimiento del procedimiento de resolución de restricciones por garantía de suministro y modificación del Real Decreto

2019/1997, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica.

- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre - Regulación de la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Disposición de 11 de febrero de 2012 - Corrección de errores del Real Decreto 1699/2011.

a.3. Transporte y distribución

- Real Decreto 2819/1998, de 23 de diciembre - Regulación de las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Disposición de 19 de febrero de 1999 - Corrección de errores del Real Decreto 2819/1998.
- Orden Ministerial de 12 de Abril de 1999 - Instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de noviembre - Regulación de actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Disposición de 13 de marzo de 2001 - Corrección de errores del Real Decreto 1955/2000.
- Real Decreto 1164/2001, de 26 de octubre – Establecimiento de las tarifas de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Disposición de 18 de enero de 2002 - Corrección de errores del Real Decreto 1164/2001.
- Real Decreto 222/2008, de 15 de febrero - Establecimiento del régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 325/2008, de 29 de febrero - Establecimiento del régimen retributivo de la actividad de transporte de energía eléctrica para instalaciones puestas en servicio a partir del 1 de enero de 2008.
- Real Decreto 1202/2010, de 24 de septiembre – Establecimiento de los plazos de revisión de los peajes de acceso a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre - Establecimiento de peajes de acceso a las redes de transporte y distribución que deben satisfacer los productores de energía eléctrica.
- Disposición 29 de diciembre de 2011 - Corrección de errores del Real Decreto 1544/2011, de 31 de octubre.

a.4. Régimen especial

- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo - Regulación de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ITC/1522/2007 - Garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de EE.RR. y cogeneración de alta eficiencia.
- Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre - Retribución de la actividad de producción de energía eléctrica mediante tecnología solar fotovoltaica para instalaciones posteriores a la fecha límite de mantenimiento de la retribución del Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, para dicha tecnología.
- Disposición 17 de octubre de 2008 - Corrección de errores del Real Decreto 1578/2008, de 26 de septiembre.
- Circular 4/2009, de 9 de julio, de la Comisión Nacional de Energía, que regula la solicitud de información y los procedimientos para implantar el sistema de liquidación de las primas equivalentes, las primas, los incentivos y los complementos a las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ITC/3519/2009, de 28 de diciembre - Revisión de los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2010 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.
- Real Decreto 1003/2010, de 5 de agosto - Liquidación de la prima equivalente a las instalaciones de producción de energía eléctrica de tecnología fotovoltaica en régimen especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre - Regulación y modificación de determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Orden ITC/2914/2011, de 27 de octubre - Modificación Orden ITC/1522/2007, por la que se establece la regulación de la garantía del origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Circular 3/2011, de 10 de noviembre, de la Comisión Nacional de Energía - Regulación de la solicitud de información y los procedimientos del sistema de liquidación de las primas equivalentes, los incentivos y los complementos a las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1/2012, de 27 de enero - Suspensión de los procedimientos de pre-asignación de retribución y supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.
- Circular 6/2012, de 27 de septiembre, de la Comisión Nacional de Energía - Regulación de la gestión del sistema de garantía de origen de la electricidad procedente de fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia.
- Orden IET/221/2013, de 14 de febrero – Establecimiento de los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial.

a.5. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto - Aprobación del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 1435/2002, de 27 de diciembre - Regulación de las condiciones básicas de los contratos de adquisición de energía y de acceso a las redes en baja tensión.
- Sentencia 17 de febrero de 2004, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo - Anulación del inciso 4.2.c.2 de la ITC-BT-03 anexa al Reglamento Electrónico para Baja Tensión, aprobado por Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto.
- Resolución de 14 de marzo de 2006, de la Dirección General de Política Energética y Minas, del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio - Establecimiento de la tabla de potencias normalizadas para todos los suministros de baja tensión.

a.6. Seguridad del material eléctrico

- Real Decreto 7/1988, de 8 de enero - Exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden de 6 de junio de 1989 - Desarrollo y complemento del Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, relativo a las exigencias de seguridad del material eléctrico, destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1505/1990, de 23 de noviembre - Derogación de diferentes disposiciones incluidas en el ámbito del Real Decreto 7/1988.
- Real Decreto 154/1995, de 3 de febrero - Modificación del Real Decreto 7/1988, de 8 de enero, por el que se regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.

b. Sector hidrocarburos

- Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo de las Comunidades Europeas 92/42/CEE, relativa a los requisitos de rendimiento para las calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.
- Ley 34/1998, de 7 de octubre - Regulación del sector de hidrocarburos.
- Real Decreto 15/1999, de 1 de octubre, por el que se aprueban Medidas de Liberalización, Reforma Estructural e Incremento de la Competencia en el Sector de Hidrocarburos.
- Real Decreto 248/2001, de 9 de marzo - Desarrollo del artículo 7 del Real Decreto 15/1999, de 1 de octubre, por el que se aprueban Medidas de Liberalización, Reforma Estructural e Incremento de la Competencia en el Sector de Hidrocarburos.
- Real Decreto 949/2001, de 3 de agosto – Regulación del acceso de terceros a las instalaciones gasistas y establecimiento de un sistema económico integrado del sector de gas natural.

- Orden ECO/1026/2002, de 10 de abril - Establecimiento de la retribución de las actividades reguladas del sector gasista.
- Orden ECO/1027/2002, de 23 de abril – Establecimiento de las tarifas de gas natural y gases manufacturados por canalización y alquiler de contadores.
- Real Decreto 1434/2002, de 27 de diciembre - Regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de gas natural.
- Orden IET/2812/2012, de 27 de diciembre – Establecimiento de los peajes y cánones asociados al acceso de terceros a las instalaciones gasistas y retribución de las actividades reguladas.
- Resolución de 28 de diciembre de 2012, de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se publica la tarifa de último recurso de gas natural.
- Resolución de 16 de mayo de 2013 – Precios de venta, antes de impuestos, de los gases licuados del petróleo por canalización.

c. Ahorro energético

- Real Decreto 275/1995, de 24 de febrero - Requisitos de rendimiento para calderas nuevas de agua caliente alimentadas con combustibles líquidos o gaseosos.
- Real Decreto 616/2007, de 11 de mayo - Fomento de la cogeneración.
- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre - Aprobación del reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07.
- Real Decreto 187/2011, de 18 de febrero - Establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.
- Ley 2/2011, de 4 de marzo - Economía sostenible.
- Real Decreto 1390/2011, de 14 de octubre - Regulación indicación del consumo de energía y otros recursos por parte de los productos relacionados con la energía, mediante el etiquetado y una información normalizada.
- Ley 15/2012, de 27 de diciembre – Aprobación de medidas fiscales para la sostenibilidad energética.

d. Eficiencia energética en edificios

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo - Aprobación del Código Técnico de la Edificación (CTE).
- Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio - Aprobación del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).
- Corrección de errores del Real Decreto 1027/2007.
- Real Decreto 1826/2009, de 27 de noviembre - Modificación del Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

- Corrección de errores del Real Decreto 1826/2009.
- Real Decreto 235/2013, de 5 de abril - Aprobación del procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.
- Disposición 25 de mayo de 2013 - Corrección de errores del Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.
- Real Decreto 238/2013, de 5 de abril - Modificación de determinados artículos e instrucciones técnicas del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por Real Decreto 1027/2007, de 20 de julio.

➤ **Región de Murcia**

Dentro de la Región de Murcia se han dictaminado ciertas leyes enfocadas al sector energético y al desarrollo sostenible, entre las que se encuentran las siguientes:

- Ley 10/2006, de 21 de diciembre - Energías renovables y ahorro y eficiencia energética de la Región de Murcia.
- Ley 13/2007, de 27 de diciembre – Modificaciones Ley 10/2006.
- Ley 4/2009, de 14 de mayo - Protección ambiental integrada.



Capítulo II: Objetivos

2.1. Objetivo 20/20/20 y Proyecto Enering

En el contexto energético actual, expuesto anteriormente, dominado por el aumento del consumo de energía, el agotamiento de las reservas de combustibles fósiles y la concentración de los mismos en unas pocas regiones del Mundo, hacen necesaria una modificación del modelo energético implantado. Esta tarea es urgente y primordial, no sólo por la amenaza del cambio climático, sino porque a medio plazo nuestra forma de vida no se podrá seguir basando en una fuente de energía no renovable que se va agotando.

En marzo del año 2007, los líderes de la Unión Europea impulsaron una estrategia para conseguir una reducción del consumo energético en Europa. Esta estrategia se denominó “Objetivo 20/20/20” [5], y en ella se establecieron tres claros objetivos a alcanzar en el año 2020:

1. Reducción del 20% de las emisiones de gases de efecto invernadero de la Unión Europea respecto a los niveles registrados en 1990.
2. Aumento en el consumo de energía producido a partir de fuentes renovables, hasta alcanzar un total del 20% en la unión Europea.
3. Mejora del 20% en la eficiencia energética de la Unión Europea.

El compromiso adquirido de reducir el consumo de energía primaria en un 20% está íntimamente ligado al aumento de la eficiencia energética, siendo la mejor solución para conseguir mantener el nivel de actividad económica. Al mismo tiempo, esto conllevará a alcanzar ciertos objetivos estratégicos de la política energética europea, como el cambio climático, la seguridad energética frente al exterior y la competitividad de la Unión Europea a nivel global.

Alcanzando el objetivo 20/20/20, no sólo se reducirá el consumo de energía primaria, sino que también provocará una disminución en las emisiones de CO₂, equivalentes a 860 Mt. Esto nos lleva a enfocar los objetivos del Proyecto Enering LIFE+, que tiene como objetivo la demostración en un entorno industrial real de las posibilidades de integración de recursos renovables locales en procesos industriales con el fin de reducir tanto el consumo energético como las emisiones de CO₂ y atenuar las necesidades de demanda eléctrica en el sector industrial. Se hace, por tanto, imprescindible desarrollar tecnologías y sistemas de vida y trabajo que ahorren energía para lograr un auténtico desarrollo sostenible.

Estas soluciones pasan por la consecución de la eficiencia energética, la cual abarca los conceptos del ahorro y la diversificación de la energía. El objetivo principal de la eficiencia energética debe ser obtener un rendimiento energético óptimo para cada proceso o servicio, en concreto, en el que su uso sea indispensable, sin que esto provoque una disminución de la productividad, o de la calidad del servicio.

2.2. Atención a los parques industriales

Dado que los parques industriales son los motores del crecimiento económico de la región en la que se encuentran situados, el papel que deben asumir, en aras a contribuir al desarrollo sostenible de la zona, está directamente relacionado con la preservación del medioambiente.

Los polígonos industriales se han extendido por toda Europa en los últimos cincuenta años. En el conjunto de los 27 países de la Unión Europea, el sector industrial consume un 27% del total de la energía, superando las emisiones de CO₂ a la atmósfera las 160 toneladas anuales. Sólo en España encontramos más de 4.800 parques industriales, con más de 200.000 naves y empresas instaladas en ellos. Dentro de la Región de Murcia, existen 70 áreas industriales repartidas en una superficie de 11.000 km² [9].

A pesar de que los polígonos industriales representan una gran parte de las emisiones de CO₂ en Europa (alrededor del 30 %), pocas iniciativas para reducir este tipo de emisiones se han desarrollado en este sector, y menos aún se han centrado en el diseño (o conversión) de los polígonos y la adaptación de los propios edificios industriales. Actualmente hay sólo 75 polígonos denominados "eco-parques" en todo el mundo, lo que es prácticamente despreciable teniendo en cuenta que sólo en España hay cerca de 4.850 polígonos industriales. Los eco-parques o polígonos industriales sostenibles son aquellas áreas industriales que se rigen por los principios de ecología industrial para minimizar el consumo de recursos y la generación de residuos a través de la creación de redes de intercambios de materiales y energía entre las industrias [10] y que ofertan servicios emergentes de "cuarto nivel" como pueden ser: Sistemas de Información ambiental, infraestructuras de intercambio de materia y energía, gestión sostenible, etc.

Hoy en día, existen diferentes herramientas para hacer frente a los impactos energéticos y ambientales negativos producidos por cada tipo de actividad en los polígonos industriales, pero son sobre todo actividades o iniciativas individuales o actuaciones muy sesgadas. Los gestores de polígonos industriales deben actuar sobre todo el sistema, la adopción de un enfoque lo más amplio posible, potenciando la creación de sinergias entre las diferentes actividades y procesos industriales. Los planificadores y diseñadores necesitan apoyo para incluir soluciones sostenibles en el diseño de nuevos polígonos así como la adaptación de los polígonos industriales ya existentes. Para cada actividad, y luego en su conjunto, las necesidades energéticas reales que pueden evolucionar con el tiempo, deben ser evaluadas y adaptarse a los posibles cambios a lo largo del tiempo tanto en el corto plazo (diario) como en el largo plazo como consecuencia de modificaciones en los propios procesos involucrados. Este enfoque (tanto en el diseño como en la propia gestión) podría superar las barreras que impiden que el diseño de polígonos más eficientes en energía y podría conducir a un ahorro de energía y reducción de emisiones de CO₂ a través de las sinergias entre las industrias establecidas en estos polígonos. Por otra parte, para los polígonos existentes no hay otra opción que la mejora de las instalaciones existentes y la restauración de los espacios comunes más pequeños con el fin de incluirlas en el plan general de la eficiencia energética.

A pesar de que las empresas instaladas en un polígono controlen sus repercusiones ambientales, realizando los tratamientos requeridos para mantenerse dentro de los límites autorizados, las cantidades resultantes de la incidencia global pueden, en ocasiones, desbordar la capacidad de asimilación del entorno receptor. Es por este motivo, por el cual se requieren memorias como la que nos atañe, donde las empresas puedan consultar las diferentes posibilidades que existen para mejorar sus actividades desde el punto de vista ambiental y energético. Al mismo tiempo, se hace necesaria la actuación de las administraciones y/o direcciones de los polígonos para adaptar estas normas y criterios a las circunstancias concretas de cada una de las zonas de alta concentración empresarial.

2.3. Objetivo de la memoria

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster, “Memoria de Buenas Prácticas Energéticas en Polígonos Industriales”, es realizar un compendio que evalúe el estado actual de investigaciones, los últimos avances y las actuaciones normativas que se llevan a cabo para contribuir a una mejor gestión de la energía, así como, el aumento de la eficiencia energética y la disminución de las emisiones de CO₂.

La eficiencia energética es una de las formas más rentables de reforzar la seguridad del abastecimiento energético y de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras sustancias contaminantes. Por este motivo, se considera este objetivo de reducción de energía primaria como un paso fundamental para la consecución de las metas de la Unión Europea a largo plazo en materia de energía y clima.

Esta memoria recogerá las investigaciones que se han llevado a cabo en diferentes ámbitos de la industria desde el punto de vista energético, lo cual permitirá a las empresas instaladas en los parques industriales y a las futuras por instalar, conocer toda clase de actuaciones posibles y los resultados obtenidos de las mismas. La finalidad de esto, es animar a todas ellas a adquirir un compromiso medioambiental y energético, haciéndolas ver la viabilidad de las iniciativas desde un punto de vista técnico y económico. La viabilidad técnica se evaluará desde el punto de vista de la consecución del ahorro energético y la reducción de emisiones de CO₂; y la viabilidad económica implica el ahorro económico que se puede alcanzar en la empresa adoptando las actuaciones energéticas apropiadas, recuperando también las inversiones necesarias para implantarlas.

El contenido que se pretende exponer en esta memoria incluye:

- Actuaciones energéticas de tipo normativo: donde se van a analizar las distintas tecnologías susceptibles a la aplicación de actuaciones legislativas, explicando cada una de ellas y los resultados que se pueden derivar de su cumplimiento.
- Publicaciones en formato de guías técnicas, enfocadas a las medidas posibles a realizar para conseguir un ahorro energético y un aumento de la eficiencia energética, centradas cada una de ellas en las distintas formas de consumo de energía dentro de la actividad industrial de los polígonos.

- Presentación de proyectos desarrollados con estos fines, explicando sus objetivos principales, los procedimientos adoptados en cada uno de ellos, y los resultados alcanzados con su implantación.

Toda esta información permitirá a los gestores de los parques industriales y empresas a decidir sobre la idoneidad de implantar alguna de las actuaciones presentadas, así como servir de estímulo para invertir en las mismas y ser capaces de obtener las mejoras pertinentes.

Al mismo tiempo, la recopilación que se incluye en la memoria puede servir de referencia de cara a futuras investigaciones que se quieran realizar. Desde este punto de vista, estará disponible una lista sobre las investigaciones que ya se han realizado en materia de eficiencia y ahorro energético, para no repetir las; así como los errores ya superados en los proyectos que se hayan llevado a cabo.

Capítulo III: Propuestas de Eficiencia Energética de Tipo Normativo

Según los datos expuestos en la introducción, se espera que el desarrollo industrial a nivel mundial provoque un mayor uso de energía y conllevará una mayor concentración de gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono (CO₂) y otras emisiones como, dióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x) y monóxido de carbono (CO), los cuales provocan consecuencias desastrosas para el clima mundial [11].

La eficiencia energética en el sector industrial comenzó a ser considerada como una de las principales funciones en los años 70. Desde entonces, el consumo energético mundial se ha recortado utilizando eficiencias más altas, al mismo tiempo que crecía económicamente, y se ha concienciado al sector de la importancia de la protección del medio ambiente.

En la industria, grandes plantas con altos consumos de energía atajaron el problema retroalimentando sus procesos e instalaciones. Otros sectores industriales destinaron sus inversiones a la recuperación de calor y la reducción de pérdidas. La eficiencia energética en la industria puede ser mejorada de tres modos diferentes:

- Ahorro energético mediante la gestión energética.
- Ahorro energético a través de las tecnologías.
- Ahorro energético mediante políticas y regulaciones.

Las políticas energéticas son el camino que una entidad dada, normalmente el Gobierno de un país, decide tomar para dirigir los problemas del desarrollo energético, incluyendo la producción de energía, distribución y consumo. Los atributos de estas políticas pueden ir desde legislación, tratados internacionales e incentivos para la investigación, hasta acuerdos y guías técnicas para la conservación de la energía, impuestos y estándares de eficiencia energética.

La política energética en el sector industrial se puede ver como una herramienta para el desarrollo de un plan estratégico a largo plazo, entre 5 y 10 años, para aumentar la eficiencia energética de este sector y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Estas políticas incluyen no sólo a los ingenieros y recursos para la gestión energética, sino también a gobiernos, asociaciones industriales, instituciones financieras, y otros.

Hay numerosos tipos de políticas y programas destinados a estos fines que se han utilizado en países de todo el mundo. Algunas de ellas son:

- Regulación / Estándares: se consideran como políticas obligatorias para la mejora de la eficiencia, y están aplicadas a particulares partes de los equipos, como motores, calderas, etc.
- Políticas Fiscales: incluyen la fijación de impuestos, su devolución y créditos para los mismos, así como inversiones por parte de entidades financieras que promuevan la eficiencia energética mediante préstamos.
- Acuerdos / Objetivos: los acuerdos son ampliamente usados en el sector industrial para agrupar ciertos usos específicos de energía o metas de eficiencia energética. Estos acuerdos, a veces voluntarios, se definen como: “acuerdos entre gobierno e industria para facilitar acciones voluntarias con fines sociales deseados, que están fomentados por el gobierno, para ser adoptados por los participantes, y basados en sus propios intereses”.

- La gran cantidad de tecnologías que influyen en el sector industrial hace que existan numerosas acciones técnicas para conseguir mejorar la eficiencia energética dentro de este sector, entre las que destacan las siguientes:
- Mantenimiento, renovación y puesta a punto de los equipos para contrarrestar la degradación natural de la eficiencia y reflejar los cambios en los parámetros de los procesos.
- Modernización, reemplazo y retirada de equipos obsoletos, líneas de proceso y recursos, por otros nuevos y avanzados tecnológicamente.
- Emplear la gestión térmica para disminuir las pérdidas de calor y el gasto de energía mediante, por ejemplo, un adecuado uso del aislamiento o la reutilización del calor y materiales residuales de un proceso a otro.
- Mejorar el control de los procesos, para conseguir una mejor eficiencia de los materiales y energía, y en general una mejora en la productividad del proceso.
- Reestructurar los procesos, eliminando ciertas etapas y usando nuevos conceptos de producción.
- Reutilización y reciclado de productos y materiales.
- Aumento de la productividad, disminuyendo el rango de productos desechados y aumentando los materiales producidos.

Todos estos esfuerzos tecnológicos se ven facilitados mediante la implantación de las políticas energéticas. El éxito de la implantación de estas políticas destinadas a la mejora de la eficiencia energética depende de cómo las mismas pueden dar incentivos para cada una de las mejoras técnicas, directa o indirectamente, dentro del sector industrial [12].

- Objetivos de las políticas

La cantidad de políticas de eficiencia energética y conservación ha ido creciendo a lo largo de la historia y cambiando su enfoque. Una de las tendencias ha sido el cambio de la conservación de la energía a la eficiencia, destinada a la reducción de la cantidad de energía empleada en cada unidad de producto. En años recientes, otra tendencia ha sido el aumento del énfasis en el cambio climático y el desarrollo sostenible, especialmente tras la Cumbre de Río (1992)[13], y el COP3 de 1997[14]. También se incluyen iniciativas internacionales, como la Cumbre del G8 en Gleneagles (2005)[15], que influyó en el reciente aumento de la atención sobre la eficiencia energética y la conservación [12].

En la ilustración siguiente, se observa la evolución de las diferentes políticas que se han ido adoptando a nivel mundial, y en qué se centraban sus esfuerzos hasta el año 2010.

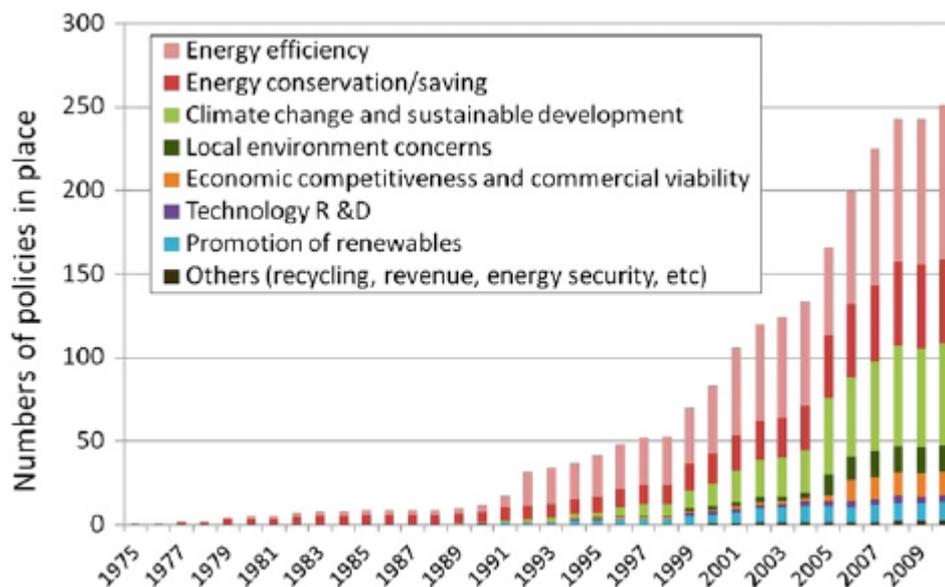


Ilustración 18. Evolución de los objetivos de las políticas energéticas a nivel mundial. Fuente: IEA

➤ Objetivos de las políticas para la eficiencia energética en la industria

Los Gobiernos mundiales emplean dos estrategias generales en estas políticas y diferentes vías de influencia para alentar a la industria a mejorar su eficiencia energética.

Las estrategias principales son:

- Medidas para la empresa o sector específico, que incluyen regulaciones, acuerdos e instrumentos financieros.
- Medidas para la industria o la economía general centradas en las circunstancias sociales y medioambientales en las que las empresas operan. Estas medidas incluyen la fijación de impuestos y la negociación de emisiones.
- Otras medidas empleadas dentro de las políticas para aumentar la conservación de la energía son los programas de educación y entrenamiento.

Las federaciones y asociaciones industriales actúan como intermediarios entre los gobiernos y las empresas industriales, ayudando así a evaluar las circunstancias mediante la recopilación y comunicación de datos que pueden ser empleados en el desarrollo de las políticas para las industrias [12].

Estas asociaciones pueden representar a grupos de industrias en negociación, y mantener las informaciones de las mismas en confidencialidad si es necesario. Para los gobiernos, el acceso más fácil a los datos industriales, opiniones y cooperación, hace que los costes de la creación de las políticas disminuyan.

Otra ventaja es que el gobierno puede organizar un régimen de política más participativo con la industria, lo cual tiene beneficios a la hora de diseñar y gestionar dichas políticas.

Todo esto pone de manifiesto que las posibilidades de la industria, para usar la energía de un modo más eficiente, incluyen numerosas acciones técnicas que se implementan bajo diferentes circunstancias políticas, económicas, de negocio y gerencia. En teoría, las políticas energéticas pueden conseguir los objetivos de cada uno de estos elementos, siendo indispensable un flujo de información entre todos los elementos que forman el sistema a mejorar. Así, en el esquema siguiente se pueden ver los flujos de incentivos e información entre gobiernos e industria necesarios.

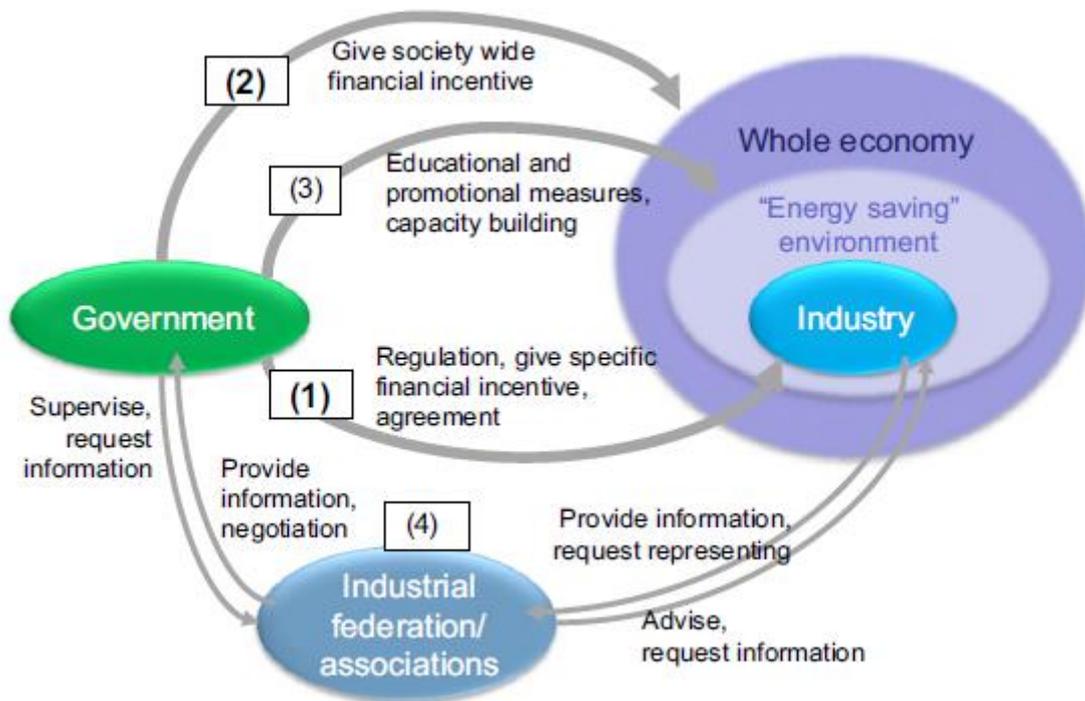


Ilustración 19. Esquema de flujos de información e incentivos entre gobierno y empresas [12]

➤ Tipología de las políticas y medidas

Se pueden clasificar las políticas de actuación en tres grupos principales, que son evaluadas cualitativamente acorde a tres componentes claves del éxito de las políticas [12].

- Políticas prescriptivas: son regulaciones, mandatos y acuerdos que directamente apelan a las empresas industriales acciones específicas o comunican expectativas a las mismas. Los acuerdos negociados, junto con acciones o planes voluntarios se clasifican como medidas prescriptivas, mientras que los gobiernos e industrias estén involucrados y realicen promesas reales. Regulaciones y acuerdos puede alcanzar un gran número de aspectos en el uso de la energía en el sector industrial incluyendo, los niveles de eficiencia de los equipos, configuraciones de las plantas o procesos y actividades para la gestión de la energía.
- Políticas económicas: incluyen impuestos y reducciones de los mismos, apoyo financiero directo, estrategias de fijación de máximos e intercambios, y precios de la energía diferenciados que buscan influenciar los costes de la efectividad de las

acciones técnicas. La fijación de estrategias destinadas a los máximos e intercambios de las emisiones de dióxido de carbono también se incluyen dentro de este grupo de medidas políticas. Estas últimas contribuyen a mejorar la eficiencia energética en la industria, debido a la estrecha relación entre las emisiones de CO₂ y el uso de la energía, aunque la eficiencia energética no sea su propósito inicial.

- Políticas de apoyo: son herramientas para la identificación de oportunidades enfocadas a la eficiencia energética, como por ejemplo, recopilación de datos, auditorías energéticas y comparativas de mercado; medidas de cooperación, como los retos entre gobierno e industria; e información técnica y de ayuda que posibilite el establecimiento de un ambiente favorable en que la industria sea capaz de implementar las acciones destinadas a la eficiencia energética de un modo más sencillo. Los gobiernos también pueden liderar colaboraciones y programas junto con múltiples compañías y/o el sector industrial al completo.

Se debe tener en cuenta que la mayoría de las medidas y políticas para la eficiencia energética no están en uso, por desgracia, pero son frecuentemente parte de otros paquetes políticos. Además, la introducción de una política no implica necesariamente la eliminación de otras existentes y aplicadas a los mismos efectos. Estos aspectos llevan a tener que prestar atención a la coherencia de las políticas para conseguir mantener la eficacia y los costes.

La importancia que se le da al sector industrial en cuanto a la mejora de la eficiencia energética reside en que este sector contiene un amplio y alto potencial concentrado para conseguirlo. Su atractivo para ser explotado no sólo reside en los méritos técnicos, sino también en los mercados energéticos, ambientes económicos, situaciones empresariales o barreras de implementación, característicos de cada uno de los lugares donde se quieran llevar a cabo.

Con el fin de entender la situación a nivel europeo y nacional de todas estas consideraciones que se han hecho, se detallan a continuación las diversas medidas que se han llevado a cabo o están en curso dentro de la Unión europea y España.

3.1. La Unión Europea y su política energética

La energía es indispensable en la vida cotidiana de la Unión Europea. Por esta razón, hoy resulta inevitable afrontar los grandes desafíos energéticos que representan el cambio climático, la dependencia creciente de las importaciones, la presión ejercida sobre los recursos energéticos y el abastecimiento a todos los consumidores de energía segura a precios asequibles. La instauración de una política europea de la energía ambiciosa, que abarque todas las fuentes de energía, ya sean fósiles (petróleo, gas, carbón), nuclear o renovables (solar, eólica, resultante de la biomasa, geotérmica, hidráulica, mareomotriz), tiene como objetivo iniciar una nueva revolución industrial que transformará a la UE en una economía con un bajo consumo de energía más segura, más competitiva y más sostenible.

El Tratado de Lisboa sitúa a la energía en el centro de la actividad europea. De hecho, dota a la energía de una nueva base jurídica que no poseía en los tratados precedentes.

Los instrumentos basados en el mercado (esencialmente tasas, subvenciones y régimen de intercambio de derechos de emisiones de CO₂), el desarrollo de las tecnologías energéticas (en particular las tecnologías dedicadas a la eficiencia energética y a las energías renovables, o las tecnologías con bajas emisiones de carbono) y los instrumentos financieros comunitarios apoyan concretamente la consecución de los objetivos políticos. Por otra parte, en diciembre de 2008 la UE adoptó un conjunto de medidas cuyo objetivo es reducir la contribución al calentamiento global y garantizar el abastecimiento energético.

➤ Plan de Eficiencia Energética 2011

La eficiencia energética se considera un elemento fundamental de la política energética europea. Por ello, constituye una de las piedras angulares de la Estrategia 2009 de la Unión Europea (UE). El presente Plan propone algunas pistas para lograr una transición hacia una economía más eficiente en materia de utilización de recursos energéticos [5].

El Plan de Eficiencia Energética 2011 se inscribe en el objetivo del 20 % de la Unión Europea (UE), que pretende reducir el consumo de energías primarias, y en la Estrategia Energía 2020. Su objetivo es:

- Promover una economía que respete los recursos del planeta.
- Crear un sistema que genere pocas emisiones de carbono.
- Mejorar la independencia energética de la UE.
- Reforzar la seguridad del abastecimiento energético.

Para alcanzar estos objetivos, la Comisión Europea propone actuar a distintos niveles:

- Favorecer el bajo consumo de energía en el sector de la construcción.
- Desarrollar una industria europea competitiva.
- Adaptar los modos de financiación a escala nacional y europea.
- Ahorrar para los consumidores.
- Mejorar la eficiencia de los transportes.
- Ampliar el ámbito del marco nacional.

Las acciones normativas planteadas por la Unión Europea para alcanzar estos objetivos, pasan por las siguientes aplicaciones prácticas:

- Eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos.
- La cogeneración.
- Eficiencia energética de los edificios.
- Fomento del uso de Energías Renovables.

A continuación se van a desglosar las medidas más importantes, a través de las Directivas pertinentes que se han publicado en el marco europeo [5].

➤ Eficiencia en el uso final de la energía y los servicios energéticos

La Unión Europea ha adoptado un marco relativo a la eficiencia en el uso final de la energía y los servicios energéticos. Este marco incluye, entre otros elementos, un objetivo orientativo de ahorro de energía aplicable a los Estados miembros, obligaciones para las autoridades públicas en materia de ahorro de energía y de contratación con criterios de eficiencia energética, así como medidas de promoción de la eficiencia energética y de los servicios energéticos.

- **Directiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 5 de abril de 2006, sobre la eficiencia del uso final de la energía y los servicios energéticos y por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo.**

La finalidad de esta Directiva es fomentar el uso final rentable y eficiente de la energía:

- Estableciendo los objetivos orientativos, los incentivos y las normas generales institucionales, financieras y jurídicas necesarios para eliminar los obstáculos existentes en el mercado y los fallos actuales en el uso eficiente de la energía.
- Creando las condiciones propicias para el establecimiento y el fomento de un mercado de servicios energéticos, programas de ahorro energético y otras medidas de eficiencia energética destinadas a los usuarios finales.

La Directiva se aplica a la distribución y la venta al por menor de energía, a la aportación de medidas para la mejora de la eficiencia energética a los clientes finales, con exclusión de las actividades sujetas al régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero y, en cierta medida, a las fuerzas armadas. Se aplica a la venta al por menor, el suministro y la distribución de amplios vectores energéticos por red como la electricidad y el gas natural, así como otros tipos de energía como la calefacción urbana, el gasóleo para calefacción, el carbón y el lignito, los productos energéticos forestales y agrícolas y los carburantes.

Los Estados miembros deben fijar y cumplir un objetivo orientativo de ahorro de energía de un 9 % de aquí al año 2016, en el contexto de un Plan Nacional de Acción para la Eficiencia Energética (PNAEE). Dicho objetivo se establece y se calcula en particular para cada uno de los países.

Por otra parte, deben nombrar a una o varias autoridades u organismos independiente del sector público existentes o nuevos para que se encarguen del control general y sean responsables de la vigilancia de las normas generales para alcanzar esos objetivos.

Los Estados miembros deben velar por que el sector público adopte medidas para mejorar la eficiencia energética, informar a los ciudadanos y a las empresas sobre las medidas aplicadas y fomentar el intercambio de buenas prácticas. El anexo VI de la Directiva contiene medidas a las que puede recurrir el sector público. Entre ellas figuran:

- El uso de instrumentos financieros para el ahorro de energía, como la financiación por terceros y los contratos de rendimiento energético.

- La adquisición de equipos y vehículos eficientes energéticamente;
- La adquisición de productos que consuman poca energía.

Los Estados miembros deben nombrar a una o varias organizaciones existentes o nuevas que se responsabilizarán de la administración, gestión y aplicación de las disposiciones necesarias para el cumplimiento de estas obligaciones.

Para conseguir una promoción exitosa de la eficiencia en el uso final de la energía los Estados miembros deben velar por que los distribuidores de energía, los gestores de redes de distribución y las empresas minoristas que vendan electricidad, gas natural, gasóleo (para calefacción) y calefacción urbana:

- Se abstengan de cualquier actividad que pudiera impedir la prestación de servicios energéticos, programas de eficiencia energética y demás medidas de eficiencia energética en general.
- Proporcionen la información necesaria sobre sus clientes finales para poder diseñar y aplicar adecuadamente los programas de eficiencia energética.
- A elección de los Estados miembros y, si procede, mediante acuerdos voluntarios u otras medidas basadas en el mercado, ofrezcan y fomenten servicios energéticos a sus clientes finales, ofrezcan y fomenten auditorías energéticas y/o medidas de mejora de la eficiencia energética o contribuyan a los instrumentos financieros en favor de la eficiencia energética.

Los Estados miembros deben velar por garantizar la difusión y la transparencia de la información sobre los programas y medidas para la mejora de la eficiencia energética ante los agentes del mercado.

Los Estados miembros también deben derogar o modificar la legislación y las normativas nacionales que impidan o restrinjan de forma innecesaria o desproporcionada el uso de instrumentos financieros u otras medidas para el ahorro de energía en el mercado de servicios energéticos. Además, deben ponerse a disposición de las partes interesadas contratos tipo sobre los instrumentos financieros.

Además, deben elaborar regímenes de auditoría energética de gran calidad para todos los clientes finales, diseñados para identificar medidas potenciales de eficiencia energética y las necesidades de servicios energéticos, así como para preparar su puesta en práctica. La certificación derivada de esa auditoría equivale a la obtenida en el contexto de la Directiva sobre el rendimiento energético de los edificios.

Asimismo, los Estados miembros deben velar por que se proporcione a los usuarios finales contadores individuales a precios competitivos y una facturación clara que refleje el consumo real de energía. En la medida de lo posible, las facturas deben basarse en el consumo real e incluir, entre otros datos: los precios corrientes y el consumo efectivo, una comparación entre el consumo actual y el del año anterior y los datos de organismos que permitan obtener información sobre la mejora de la eficiencia energética. Deben instalarse contadores

individuales con precios competitivos siempre que sea posible desde un punto de vista económico y tecnológico.

Por último, los Estados miembros deben presentar informes en 2011 y 2014 sobre la gestión y la aplicación de esta Directiva.

- **Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de octubre de 2012 relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE.**

La Directiva anteriormente descrita, será derogada a partir del 5 de junio de 2014, excepto su artículo 4, apartados del 1 al 4, y sus anexos I, III y IV, que quedarán derogados a partir del 1 de enero de 2017.

La presente directiva se crea ante la necesidad de incrementar la eficiencia energética en la Unión Europea para alcanzar en 2020 el objetivo de ahorrar un 20 % en el consumo de energía de la Unión en comparación con los valores previstos, y aumentar en un 20 % la eficiencia energética para 2020, objetivo que no llevaba camino de cumplirse.

Para ello, se establece un marco común de medidas para el fomento de la eficiencia energética dentro de la Unión Europea, a fin de asegurar la consecución del objetivo principal de eficiencia energética de la Unión de un 20 % de ahorro para 2020, y preparar el camino para mejoras de eficiencia energética posteriores a ese año.

En la directiva se establecen 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. Asimismo, se dispone el establecimiento de objetivos nacionales orientativos de eficiencia energética para 2020.

➤ La cogeneración

Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 11 de febrero de 2004 relativa al fomento de la cogeneración sobre la base de la demanda de calor útil en el mercado interior de la energía y por la que se modifica la Directiva 92/42/CEE.

El potencial de la cogeneración está siendo infrautilizado actualmente en la Unión Europea. La presente Directiva se propone facilitar la instalación y la puesta en marcha de centrales eléctricas de cogeneración (una técnica que permite producir en un único proceso calor y electricidad) con el fin de economizar energía y luchar contra el cambio climático.

El principio de la cogeneración permite producir tanto calor como electricidad. El calor se presenta en forma de vapor de agua a alta presión o en forma de agua caliente.

Una central de cogeneración de electricidad-calor funciona con turbinas o motores de gas. El gas natural es la energía primaria más utilizada corrientemente para hacer funcionar las centrales de cogeneración. Pero también pueden utilizarse fuentes de energía renovables y residuos.

Al contrario de la central eléctrica tradicional, cuyos humos salen directamente por la chimenea, los gases de escape de la cogeneración son primero enfriados antes de ser evacuados por la chimenea y transmiten su energía a un circuito de agua caliente/vapor.

Las centrales de cogeneración de electricidad-calor pueden alcanzar un rendimiento energético del orden del 90 %. El desarrollo de la cogeneración podría evitar la emisión de unos 250 millones de toneladas de las emisiones de gases en 2020.

El objetivo de la Directiva es establecer un marco común transparente para fomentar y facilitar la instalación de centrales de cogeneración. Este objetivo general se compone de dos aspectos específicos:

- A corto plazo, la Directiva debería consolidar las instalaciones de cogeneración existentes y fomentar nuevas centrales.
- A medio y largo plazo, la Directiva debería crear el marco necesario para que la cogeneración de alto rendimiento destinada reduzca las emisiones de CO₂ y de otras sustancias y contribuya al desarrollo sostenible.

Actualmente ya existen ejemplos de desarrollo reglamentario en algunos Estados miembros, como en Bélgica (certificados verdes y cuotas de cogeneración), España (Decreto sobre la venta de la electricidad de cogeneración) y Alemania (Ley sobre la cogeneración).

La Comisión ha establecido valores de referencia de la eficiencia armonizados para la producción por separado de electricidad y calor (véase el apartado. Basándose en dichos valores de referencia de la eficiencia armonizados, los Estados miembros garantizarán, a más tardar a los seis meses de la adopción de dichos valores, que el origen de la electricidad producida a partir de la cogeneración de alta eficiencia pueda identificarse según criterios objetivos, transparentes y no discriminatorios establecidos por cada Estado miembro.

Los Estados miembros velarán por que dicha garantía de origen de la electricidad permita a los productores demostrar que la electricidad que venden ha sido producida mediante cogeneración de alta eficiencia.

La garantía de origen especificará:

- El valor calorífico inferior de la fuente de combustible a partir de la cual se haya producido la electricidad, el uso del calor generado juntamente con la electricidad y, por último, las fechas y lugares de producción.
- La cantidad de electricidad de cogeneración de alta eficiencia.
- El ahorro de energía primaria calculado con arreglo al anexo III basado en los valores de referencia de la eficiencia armonizados fijados por la Comisión.

Los Estados miembros elaborarán un análisis del potencial nacional de aplicación de la cogeneración de alta eficiencia.

- Eficiencia energética de los edificios

Directiva 2010/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 19 de mayo de 2010, relativa a la eficiencia energética de los edificios.

La presente Directiva deroga la Directiva 2002/91/CE. El sector de la edificación representa el 40% del consumo energético total de la Unión Europea. La reducción del consumo de energía en este ámbito constituye, por lo tanto, una prioridad en el marco de los objetivos «20-20-20» en materia de eficiencia energética. La presente Directiva se inscribe en esta voluntad proponiendo directrices para los Estados miembros en relación con la eficiencia energética de los edificios.

A partir del 31 de diciembre de 2020, todos los edificios nuevos deben tener un consumo de energía casi nulo. Los nuevos edificios que estén ocupados y que sean propiedad de las autoridades públicas deben cumplir los mismos criterios después del 31 de diciembre de 2018.

La Comisión promueve el crecimiento del número de edificios de este tipo mediante la puesta en marcha de planes nacionales, que incluyen:

- La aplicación detallada en la práctica por el Estado miembro de la definición de edificios de consumo de energía casi nulo.
- Unos objetivos intermedios para mejorar la eficiencia energética de los edificios nuevos en 2015 a más tardar.
- Información sobre las políticas y medidas financieras o de otro tipo adoptadas para promover los edificios de consumo energético casi nulo.

Para conseguir incentivos comerciales y superar las barreras financieras, los Estados miembros se encargan de establecer una lista de instrumentos existentes y potenciales cuyo objetivo es promover la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Esta lista se actualiza cada tres años.

Los Estados miembros deben poner en marcha un sistema de certificación de la eficiencia energética de los edificios. Esto último incluye, en especial, la información sobre el consumo energético de los edificios, así como las recomendaciones relativas a la mejora de los costes.

Cuando un edificio o una unidad de un edificio se proponga para la venta o alquiler, el indicador de eficiencia energética del certificado de eficiencia debe figurar en la publicidad que aparezca en los medios publicitarios. Durante la construcción, venta o alquiler de un edificio o de una unidad de un edificio, este certificado se mostrará al nuevo inquilino o al comprador potencial, y se le transmitirá.

En cuanto a los edificios con una superficie total superior a 500 m² que estén ocupados por una autoridad pública y los edificios con una superficie total superior a 500 m² que reciban

visitas frecuentes del público, se colocará el certificado de eficiencia energética en un sitio claramente visible (dicho límite se reducirá a 250 m² el 9 de julio de 2015).

Los Estados se encargan de poner en marcha un sistema de control regular de los sistemas de calefacción y climatización de los edificios.

- Fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables

Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

La presente Directiva establece un marco común de uso de energía procedente de fuentes renovables con el fin de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero y fomentar un transporte más limpio. A tal efecto, se definen los planes de acción nacionales así como las modalidades de uso de los biocarburantes.

Los Estados miembros deben establecer un plan de acción nacional para 2020 que determine la cuota de energía procedente de fuentes renovables consumida en el transporte, la electricidad y la producción de calor. Estos planes de acción deben tener en cuenta los efectos de otras medidas relativas a la eficiencia energética en el consumo final de energía (lo más importante es la reducción del consumo de energía; para alcanzar este objetivo sería necesario producir menos energía a partir de fuentes renovables). Estos planes deben establecer, asimismo, modalidades para reformar las normativas de planificación y tarificación así como el acceso a las redes de electricidad, en favor de energías generadas a partir de fuentes renovables.

La cooperación entre los Estados miembros es importante, pudiendo intercambiar energía generada a partir de fuentes renovables por un intercambio estadístico y desarrollar proyectos comunes relacionados con la producción de energía eléctrica y de calor procedente de fuentes renovables.

También pueden establecer una cooperación con terceros países. Se deben cumplir las siguientes condiciones:

- La electricidad debe ser consumida en la Comunidad.
- La electricidad debe ser producida en una instalación de nueva construcción (posterior a junio de 2009).
- La cantidad de electricidad producida y exportada no debe ser objeto de otro tipo de ayudas.

Se realizarán inversiones regionales y locales en la producción de energía procedente de fuentes renovables en los Estados miembros, contribuyendo a la creación de oportunidades de crecimiento y empleo.

Se debe proporcionar seguridad a los inversores y promover el desarrollo permanente de tecnologías que produzcan energía a partir de fuentes de energía renovables.

- Mejores técnicas disponibles (MTD) de eficiencia energética

Directiva 2008/1/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de enero de 2008, relativa a la prevención y al control integrados de la contaminación.

En el artículo 17 de la presente directiva se establece la creación de un sistema de intercambio periódico de información entre los Estados miembros y las industrias correspondientes, sobre las Mejores Técnicas Disponibles de eficiencia energética, las prescripciones de control relacionadas, y su evolución.

Estas Mejores Técnicas Disponibles se presentan a continuación, centrándose en diferentes aspectos y situaciones, mediante las cuales se puede alcanzar un aumento de la eficiencia energética.

- **MTD para lograr la eficiencia energética en una instalación.**

1. Gestión de la eficiencia energética.

Las Mejoras Técnicas Disponibles en este campo consisten en aplicar y adherirse a un Sistema de Gestión de la Eficiencia Energética que incorpore, de forma adecuada a las circunstancias locales, las características siguientes:

- Compromiso de los órganos de dirección.
- Definición de una política de eficiencia energética para la instalación por los órganos de dirección.
- Planificación y establecimiento de objetivos y metas.
- Aplicación y explotación de procedimientos, teniendo especialmente en cuenta lo siguiente:
 - Estructura del personal y responsabilidades.
 - Formación, sensibilización y competencia profesional.
 - Comunicación.
 - Participación de los empleados.
 - Documentación.
 - Control eficaz de los procesos.
 - Programas de mantenimiento.
 - Preparación y respuesta ante emergencias.
- Garantía del cumplimiento de los acuerdos (caso de haberlos) y de la legislación en relación con la eficiencia.
- Establecimiento de niveles de referencia.
- Comprobación del comportamiento y adopción de medidas correctoras, haciendo especial hincapié en lo siguiente:
 - Seguimiento y medición.
 - Medidas correctoras y preventivas.
 - Conservación de registros.
- Auditoría interna independiente (si es posible) para determinar si el sistema de gestión de la eficiencia energética se ajusta o no a las disposiciones previstas, y se ha aplicado y mantenido correctamente.
- Revisión del Sistema de Gestión de la Eficiencia Energética y su conveniencia, adecuación y eficacia continuas por los órganos de dirección.
- Diseño de una nueva unidad teniendo en cuenta el impacto ambiental de una eventual clausura.

- Desarrollo de tecnologías de eficiencia energética y seguimiento de la evolución de las técnicas en materia de eficiencia energética.

Un Sistema de Gestión de la Eficiencia Energética puede incluir las siguientes etapas:

- Preparar y publicar (con o sin validación externa) una declaración de eficiencia energética periódica, de manera que sea posible realizar una comparación anual con los objetivos y metas.
- Examinar el sistema de gestión y el procedimiento de auditoría y validarlo por un organismo externo.
- Aplicar y adherirse a un sistema voluntario, reconocido nacional o internacionalmente, de gestión de la eficiencia energética.

2. Mejora constante del medio ambiente.

Las Mejoras Técnicas Disponibles en este campo consisten en minimizar constantemente el impacto ambiental de una instalación mediante la planificación de las acciones e inversiones sobre una base integrada y a corto, medio y largo plazo, teniendo en cuenta la relación coste/beneficios y los efectos sobre los distintos medios.

Esto es aplicable a todas las instalaciones. El término «constantemente» significa que las acciones se repiten en el tiempo, es decir, todas las decisiones de planificación e inversión deben considerar el objetivo general a largo plazo de reducir el impacto ambiental derivado de la explotación de la instalación. La mejora puede ser gradual más que lineal, y debe tener en cuenta los efectos sobre los distintos medios, como un mayor uso de energía para reducir los contaminantes atmosféricos. Las repercusiones ambientales nunca pueden reducirse a cero, y en ocasiones la rentabilidad de las nuevas medidas será escasa o nula. No obstante, la viabilidad también puede cambiar con el tiempo.

3. Eficiencia energética de la instalación y posibilidades de ahorro.

Las Mejoras Técnicas Disponibles en este campo consisten en determinar los aspectos de una instalación que pueden influir en la eficiencia energética mediante la realización de una auditoría. Es importante que la auditoría sea coherente con un enfoque sistémico.

Esto es aplicable a todas las instalaciones existentes y debe preceder a la mejora o modificación de la planificación. La auditoría puede ser externa o interna.

Cuando se efectúe una auditoría, las Mejoras Técnicas Disponibles consisten en determinar los siguientes aspectos:

- Uso y tipo de energía utilizada en la instalación, así como en sus procesos y sistemas integrantes.
- Equipos que utilizan energía, así como tipo y cantidad de energía utilizada en la instalación.
- Posibilidades de ahorrar energía, como:

- Controlar/reducir los períodos de funcionamiento. Por ejemplo: desconexión cuando los aparatos no estén en servicio.
 - Garantizar la optimización del aislamiento.
 - Optimizar los equipos técnicos, sistemas y procesos asociados.
-
- Posibilidades de utilizar fuentes alternativas o utilizar energía más eficiente, en particular los excedentes de energía de otros procesos y/o sistemas.
 - Posibilidades de aplicar los excedentes de energía para otros procesos y/o sistemas.
 - Posibilidades de mejorar la calidad del calor.

Las Mejores Técnicas Disponibles prevén la utilización de herramientas o metodologías adecuadas para ayudar a identificar y cuantificar la optimización de energía, como:

- Modelos, base de datos y balances energéticos.
- Estimaciones y cálculos.

La elección de las herramientas adecuadas depende del sector y de la complejidad del emplazamiento, y se analiza en las secciones correspondientes.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en determinar las oportunidades de optimizar la recuperación de energía en la instalación, entre los sistemas de la instalación y/o con una tercera parte (o partes). Esto depende de que se utilice de forma adecuada el calor excedentario del tipo y cantidad que pueda recuperarse.

4. Enfoque sistémico de la gestión de la energía.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en optimizar la eficiencia energética por medio de un enfoque sistémico de la gestión de la energía de la instalación. Los sistemas que deben considerarse para una optimización global son, en particular:

- Unidades de proceso.
- Sistemas de calefacción, como:
 - Vapor.
 - Agua caliente.
- Refrigeración y vacío.
- Sistemas con motor, como:
 - Aire comprimido.
 - Bombas.
- Alumbrado.
- Secado, separación y concentración.

5. Objetivos e indicadores de eficiencia energética.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en establecer indicadores de eficiencia energética por medio de las acciones siguientes:

- Determinación de indicadores de eficiencia energética para la instalación y, si procede, para los diferentes procesos, sistemas y/o unidades, así como medición de su evolución con el tiempo o tras la aplicación de medidas de eficiencia energética.
- Determinación y registro de límites adecuados asociados a los indicadores.
- Determinación y registro de factores que pueden producir una variación de la eficiencia energética de los procesos, sistemas y/o unidades.

La energía secundaria o final se utiliza normalmente para vigilar las situaciones en curso. En algunos casos, pueden utilizarse para cada proceso varios indicadores de energía secundaria o final (por ejemplo: tanto vapor como electricidad). Cuando se elige la utilización (o modificación) de vectores de energía y equipos, el indicador puede ser asimismo la energía secundaria o final. No obstante, se pueden emplear otros indicadores como la energía primaria o el balance de carbono para tener en cuenta la eficiencia de la producción de todo vector de energía secundaria y sus efectos sobre los distintos medios en función de las circunstancias locales.

6. Establecimiento de niveles de referencia.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en efectuar comparaciones sistemáticas y periódicas respecto de los parámetros de referencia sectoriales, nacionales o regionales, cuando se dispone de datos validados.

El intervalo entre comparaciones depende del sector, pero en general es de varios años, dado que no es habitual que los parámetros considerados evolucionen rápidamente o de manera significativa en un corto período de tiempo.

7. Diseño de eficiencia energética

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en optimizar la eficiencia energética al planificar una nueva instalación, unidad o sistema, o modernizarla de manera significativa, teniendo en cuenta lo siguiente:

- El diseño de eficiencia energética debe considerarse en las primeras etapas de la fase conceptual o básica del diseño, aunque las inversiones programadas aún no estén bien definidas, y debe tenerse en cuenta en el proceso de licitación.
- El desarrollo y/o selección de tecnologías de eficiencia energética.
- Puede resultar necesario reunir datos suplementarios como parte del proyecto de diseño o de forma separada para completar los datos existentes o suplir la falta de información.
- Los trabajos en relación con el diseño de eficiencia energética debe realizarlos un experto en energía.
- El mapa inicial del consumo de energía debe permitir determinar asimismo qué partes de las organizaciones responsables del proyecto influyen en el consumo energético futuro y optimizar con ellas el diseño de eficiencia energética de la futura fábrica; por ejemplo, el personal de la instalación existente que puede ser responsable de establecer los parámetros operativos.

Cuando no se disponga de los conocimientos pertinentes en materia de eficiencia energética (por ejemplo: industrias que consumen poca energía), se recurrirá a asesoramiento técnico externo.

8. Mayor integración de los procesos.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en optimizar la utilización de la energía entre varios procesos o sistemas dentro de la instalación o con una tercera parte.

9. Mantenimiento del impulso de iniciativas de eficiencia energética.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en mantener el impulso del programa de eficiencia energética por medio de una serie de técnicas, como:

- Aplicación de un sistema específico de gestión de la energía.
- Contabilización de la energía basada en valores reales (medidos), que hace recaer en el usuario/pagador de la factura la obligación y el mérito en materia de eficiencia energética.
- Creación de centros con fines de lucro en materia de eficiencia energética.
- Establecimiento de niveles de referencia.
- Revisión de los sistemas de gestión existentes.
- Recurso a técnicas de gestión de los cambios en la organización.

Las tres primeras técnicas se aplican de acuerdo con los datos que figuran en las secciones correspondientes. Las tres últimas deben aplicarse lo suficientemente alejadas (por ejemplo: varios años) para que pueda evaluarse el progreso del programa de eficiencia energética.

10. Mantenimiento de conocimientos especializados.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en mantener los conocimientos en materia de eficiencia energética y de sistemas que utilizan energía, mediante técnicas tales como:

- Contratar a personal cualificado y/o formar a personal; la formación puede impartirse por medio de personal interno, expertos externos, cursos oficiales o en el marco de la autoformación/desarrollo personal.
- Liberar periódicamente a personal de sus funciones habituales para que realicen estudios específicos/de duración determinada (en su instalación o en otras).
- Compartir recursos internos entre establecimientos.
- Recurrir a consultores cualificados adecuados para estudios de duración determinada.
- Externalización de sistemas y/o funciones especializados.

11. Control eficaz de los procesos.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en garantizar la aplicación de un control eficaz de los procesos mediante técnicas tales como:

- Establecer sistemas para garantizar el conocimiento, la comprensión y el cumplimiento de los procedimientos.
- Garantizar la determinación, la optimización y el seguimiento de los principales parámetros de comportamiento.
- Documentar o consignar esos parámetros.

12. Mantenimiento.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en realizar el mantenimiento de las instalaciones para optimizar la eficiencia energética mediante la aplicación de todos los criterios siguientes:

- Asignar claramente la responsabilidad de la planificación y la ejecución del mantenimiento.
- Establecer un programa estructurado de mantenimiento, basado en descripciones técnicas de los equipos, en normas, etc., así como en eventuales fallos de los equipos y sus consecuencias; conviene programar algunas actividades de mantenimiento durante las paradas de la instalación.
- Apoyar el programa de mantenimiento mediante sistemas adecuados de registro y pruebas de diagnóstico.
- Determinar, mediante el mantenimiento periódico, averías y/o anomalías, eventuales pérdidas de eficiencia energética o posibilidades de mejora de la eficiencia energética.
- Identificar problemas, como fugas, equipos estropeados, rodamientos usados, etc. que afecten al consumo de energía, y subsanarlos lo antes posible.

Debe haber un equilibrio entre la realización sin demora de las reparaciones oportunas y el mantenimiento de la calidad del producto y la estabilidad del proceso, teniendo en cuenta asimismo los aspectos relativos a la salud y la seguridad.

13. Seguimiento y medición

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en establecer y mantener procedimientos documentados para el seguimiento y medición, de forma periódica, de las principales características de las actividades y operaciones que pueden tener un impacto significativo sobre la eficiencia energética. En el documento se proporcionan algunas técnicas adecuadas a tal fin.

➤ **MTD para lograr la eficiencia energética en Sistemas, Procesos, Actividades y Equipos que utilizan energía**

1. Recuperación de calor.

Las Mejoras Técnicas Disponibles en este campo consisten en mantener la eficiencia de los intercambiadores de calor mediante:

- El seguimiento periódico de la eficiencia.
- La prevención de la suciedad o la limpieza.

Las técnicas de refrigeración y las Mejores Técnicas Disponibles asociadas figuran en el Documento de Referencia sobre sistemas de refrigeración industrial, en el que la Mejor Técnica Disponible principal consiste en tratar de utilizar el excedente de calor en lugar de disiparlo mediante refrigeración. Cuando la refrigeración es necesaria, deben considerarse las ventajas de una refrigeración natural (utilizando el aire ambiente).

2. Cogeneración.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en buscar las posibilidades de cogeneración, tanto dentro como fuera de la instalación (con una tercera parte). En muchos casos, las autoridades públicas han facilitado tales acuerdos o son ellas mismas una tercera parte.

3. Alimentación eléctrica.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en:

- Aumentar el factor de potencia según los requisitos del distribuidor eléctrico local mediante técnicas tales como las descritas en el documento, en función de su aplicabilidad.
- Controlar la alimentación eléctrica para medir los armónicos y aplicar filtros en caso necesario.
- Optimizar la eficiencia del suministro eléctrico mediante técnicas tales como las descritas en el documento, en función de su aplicabilidad.

4. Subsistemas con motor eléctrico.

La sustitución por motores eficaces desde el punto de vista eléctrico y dispositivos reguladores de la velocidad es una de las medidas más sencillas para fomentar la eficiencia energética. No obstante, si no se tiene en cuenta el conjunto del sistema en el que se integra el motor, se corre el riesgo de:

- Perder el beneficio potencial derivado de la optimización del uso y tamaño de los sistemas y de la optimización subsiguiente de los requisitos aplicables al accionamiento por motor.
- Perder energía si se utiliza un regulador de la velocidad en el contexto equivocado.

Las Mejores Técnicas Disponibles consisten en optimizar los motores eléctricos en el orden siguiente:

- Optimizar el conjunto del sistema del que forman parte el motor o motores (por ejemplo: el sistema de refrigeración).
- Optimizar, a continuación, el motor o motores del sistema con arreglo a los requisitos de carga recién establecidos, mediante una o varias de las técnicas descritas, en función de su aplicabilidad.
- Una vez optimizados los sistemas que utilizan energía, optimizar entonces los motores restantes (no optimizados) de acuerdo con las técnicas descritas y con criterios tales como los siguientes:
 - Sustituir en prioridad los motores restantes que funcionan más de 2.000 horas al año por motores eficaces desde el punto de vista eléctrico.
 - Considerar la posibilidad de equipar con un regulador de velocidad los motores eléctricos que accionan una carga variable, funcionan a menos del 50 % de su capacidad más del 20 % de su tiempo de funcionamiento y se utilizan más de 2.000 horas al año.

3.2. Normativa para la eficiencia energética en España

Los objetivos y las actuaciones en materia de eficiencia energética en España se enmarcan dentro de los objetivos y avances normativos fijados por las instituciones comunitarias. Así, junto a los objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y de participación de energías renovables aprobados en el Consejo Europeo de primavera de 2007, se incluyó un objetivo que consiste en la mejora de la eficiencia energética en un 20% en 2020 en la UE frente al escenario tendencial, el ya explicado objetivo 20/20/20. A diferencia de los objetivos del 20% de energías renovables y de reducción del 20% de las emisiones de CO₂, el objetivo de eficiencia no tiene carácter vinculante ni se ha distribuido por Estados miembros.

En línea con el objetivo europeo, en el Plan de Acción de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-2020, se contemplan una serie de actuaciones dirigidas a reducir los consumos y los costes energéticos en todos los sectores económicos por medio de acciones de eficiencia energética, con el propósito de hacer frente a los objetivos establecidos por Europa del 20%. Este Plan considera un objetivo de consumo de energía primaria de 142.213 ktep para el año 2020, que se puede lograr con un incremento interanual de eficiencia energética de un 0,8% desde el año 2010 y una reducción del 1,5% de la intensidad energética primaria entre estos dos años [4].

Por otra parte, en el Programa Nacional de Reformas 2013, se resalta cómo la intensidad energética ha ido reduciéndose en los últimos años, lo cual equivale a una mejora de la eficiencia energética debido a que estos indicativos son inversamente proporcionales, con tasas anuales cercanas al 3% y un acumulado desde 2005 del 18,5%, lo que nos indica una mejora sustancial en el sector de la eficiencia energética.

➤ Eficiencia energética en los edificios

Real Decreto 235/2013 – Procedimiento Básico para la Certificación de la Eficiencia Energética de los Edificios, de 5 de abril, por el cual se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, obligatorio en caso de compraventa o arrendamiento de inmuebles desde el 1 de Julio de 2013.

Este real decreto sigue las exigencias de la Directiva 2010/31/UE, ya presentado dentro del ámbito de la unión Europea, y establece la obligación de poner este certificado en manos de los compradores o usuarios del inmueble. Este certificado debe contener: la calificación en términos de sostenibilidad (calificación con una letra, A-G), información objetiva sobre las características energéticas del inmueble y un estudio de las mejoras potenciales en términos de eficiencia en el edificio.

El Real Decreto 235/2013 favorece la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro, ya que se da pie a poder valorar y diferenciar los edificios en función de lo eficientes energéticamente que sean.

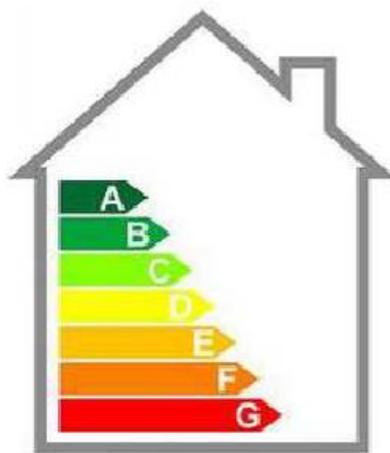


Ilustración 20. Etiquetado de Eficiencia Energética de los edificios

➤ Plan de Ahorro y Eficiencia Energética (PAEE) 2011-2020

Este documento da continuidad a los planes de ahorro y eficiencia energética que han sido aprobados con anterioridad por el Gobierno Español dentro del marco de la Estrategia Española de Eficiencia Energética. Este plan presenta un conjunto de acciones y medidas a acometer con varios objetivos, entre ellos el de lograr mejorar la intensidad energética final en un 2% en el periodo 2011-2020.

Este plan profundiza en uno de sus capítulos en las estrategias que hacen posible la consecución de los objetivos, presentando los mecanismos de cooperación entre administraciones que han sido puestos en marcha con este fin. Se distinguen 3 tipos:

- Mecanismos de tipo regulatorio.
- Mecanismos desarrollados por el Ministerio para el seguimiento de los planes de acción.
- Mecanismos de cooperación con las Comunidades Autónomas para la ejecución de las medidas, donde la mayor proximidad de sus administraciones a los sectores difusos ayuda a elevar su eficacia.

También se presenta en otro de sus capítulos un análisis de beneficios globales de este plan, asociándolos al ahorro de energía primaria y al ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se identifican en el capítulo quinto los orígenes y los mecanismos de donde partirán los recursos económicos que se requieren para activar la participación por parte del sector privado para la consecución de los objetivos de este plan.

Por último, para cerrar la primera parte de este plan se valora también en otro capítulo el análisis de los impactos socioeconómicos como consecuencia de las acciones que en él contiene, en términos de empleo y PIB (Producto Interior Bruto).

La segunda parte del Plan está enfocada en el estudio de la situación actual de cada sector en referencia a la eficiencia energética, y la identificación del potencial de mejora de cada sector. Se proponen, por tanto, las acciones que deberían ser acometidas para conseguir llegar al objetivo marcado dentro de las posibilidades de cada uno de los sectores.

Centrando la atención en el sector industrial, que es el que nos atañe dentro de esta memoria, se encuentran las medidas que se desarrollan a continuación.

➤ **Medida 1: auditorías energéticas**

Objetivo

- Determinar el potencial de ahorro de energía en las empresas donde se realicen.
- Facilitar la toma de decisiones de inversión en ahorro de energía.
- Determinar el *benchmarking* de los procesos productivos auditados.

Descripción

La realización de auditorías energéticas es un instrumento que posibilita el estudio detallado y exhaustivo de los procesos productivos y, más concretamente, de los principales equipos consumidores de energía.

Con ello, se podrá conocer el consumo de energía de las instalaciones, determinar los parámetros energéticos fundamentales del proceso y sus equipos, así como conocer las desviaciones respecto al estándar energético del sector.

Por otra parte, se determinarán las inversiones necesarias para la ejecución de las medidas necesarias a realizar, así como la rentabilidad de esas inversiones y la viabilidad de las mismas.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- *Incentivos económicos:*

Concesión de incentivos para la realización de auditorías energéticas, vinculados a la realización material del proyecto cuyo análisis haya resultado viable.

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDEA (Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía), en colaboración con las comunidades autónomas.

El apoyo a gestionar por el sector público total estimado en el periodo 2011–2020 será de 7,8 millones de euros.

➤ **Medida 2: mejora de la tecnología de equipos y procesos**

Objetivo

En esta medida, se encuentran integradas las medidas de implantación de las MTD (*Mejores Tecnologías Disponibles*) energético-ambientales y la implantación de nuevas tecnologías y utilización de residuos, con los siguientes fines:

1. Minimizar el impacto sobre el consumo energético, que deberá ser considerado en los estudios de impacto ambiental de proyectos que se realicen.
2. Incorporar nuevas tecnologías, tanto de ahorro de energía como de utilización de nuevas materias primas y procesos productivos. La utilización de residuos está contemplada, tanto bajo el punto de vista de valorización, como de materias primas en los diferentes sistemas de producción y reutilización, garantizándose siempre la coherencia con la normativa en materia de residuos.
3. Facilitar la viabilidad económica de las inversiones del sector *Industria* en ahorro energético, con objeto de alcanzar el potencial de ahorro de energía identificado.

Descripción

Esta medida pretende establecer los mecanismos necesarios para la implantación de las MTD energético-ambientales para alcanzar los objetivos energéticos establecidos en este Plan de Acción 2011-2020. Estos mecanismos supondrán la canalización de los apoyos necesarios para proyectos de implantación de nuevas tecnologías y utilización de residuos.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- Incentivos económicos: concesión de incentivos para la realización de inversiones por ahorro de energía en proyectos de nuevas tecnologías y utilización de residuos (se entenderán como inversiones motivadas por ahorro de energía aquéllas que generan —al 50% de la vida útil de la instalación— un ahorro económico, por reducción del coste energético y por reducción de emisiones de CO₂, mayor a la inversión total del proyecto).
- *Legislativos*: desarrollos normativos y reglamentarios suficientes para establecer un marco favorable para consolidar e implantar las mejoras tecnológicas que se pretenden.

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las comunidades autónomas. El apoyo a gestionar por el sector público estimado para el desarrollo de esta medida en el período 2011-2020 asciende a 740,3 millones de euros.

➤ **Medida 3: implantación de sistemas de gestión energética**

Objetivo

Incorporar, de forma generalizada, elementos de medición y control, así como sistemas de análisis de las variables de los procesos productivos.

Descripción

La medida pretende el establecimiento de los mecanismos necesarios para la implantación de sistemas de gestión energética.

Mecanismos de actuación comprendidos dentro de la medida

Los mecanismos de actuación que harán posible la consecución de los objetivos de ahorro previstos serán los siguientes:

- *Legislativos*: desarrollos normativos y reglamentarios suficientes para establecer un marco favorable para consolidar e implantar las mejoras tecnológicas que se pretenden.

Esta medida se dirige a los titulares de todas las instalaciones industriales consumidoras de energía, incluyéndose todas las agrupaciones de actividad que integran el sector *Industria*.

Los organismos responsables de la ejecución y seguimiento de la medida son el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio/IDAE, en colaboración con las comunidades autónomas. El apoyo a gestionar por el sector público estimado para el desarrollo de esta medida en el período 2011-2020 asciende a 2 millones de euros.

En definitiva, los ahorros propuestos por este plan en cuanto a la energía primaria y final son coherentes con las obligaciones propuestas por el Consejo Europeo desde la reunión del 17 de junio de 2010, en relación con la mejora del 20% en términos de eficiencia energética.

Capítulo IV: Guías Técnicas de Ahorro y Eficiencia Energética

4.1. Norma ISO 50001

El papel de la gestión energética ha alcanzado una amplia expansión dentro del sector industrial. Las grandes empresas cuentan con los servicios de los proveedores energéticos para implementar las prácticas de gestión energética destinadas a mejorar su eficiencia. El esfuerzo de introducir estos sistemas de gestión energética en las pequeñas y mediana empresas (PyMES) es muy limitado, debido a la falta de iniciativa, experiencia y limitaciones financieras. Otro problema es la falta de conocimiento acerca de los métodos más novedosos disponibles dentro de estos ámbitos. Por lo tanto, existe una necesidad reconocida de enfocar los conceptos y prácticas relativas a la gestión energética hacia las PyMES, sin olvidar el resto de grandes empresas [16].

La Organización Internacional de Normalización (ISO) tiene como miembros alrededor de 160 organismos nacionales de normalización de diferentes países, y dentro sus normas se ha desarrollado la *Norma ISO 50001 de 2011, Sistemas de gestión de la energía – Requisitos con orientación para su uso* [17], la cual es una norma internacional voluntaria que brinda a las organizaciones los requisitos para los Sistemas de Gestión de Energía (SGEn).

Esta Norma proporciona beneficios para las organizaciones grandes y pequeñas, en los sectores público y privado, en la manufactura y los servicios, en todas las regiones del mundo. Al mismo tiempo, establece un marco para las plantas industriales, instalaciones comerciales, institucionales y gubernamentales, y organizaciones enteras para gestionar la energía.

Las organizaciones individuales no pueden controlar los precios de la energía, las políticas del gobierno o la economía global, pero pueden mejorar la forma como gestionan la energía en el aquí y ahora. Mejorar el rendimiento energético puede proporcionar beneficios rápidos a una organización, maximizando el uso de sus fuentes de energía y los activos relacionados con la energía, lo que reduce tanto el costo de la energía como el consumo. La organización también contribuye positivamente en la reducción del agotamiento de los recursos energéticos y la mitigación de los efectos del uso de energía en todo el mundo, tal como el calentamiento global.

La Norma ISO 50001 se basa en el modelo de sistema de gestión que ya está entendido y aplicado por organizaciones en todo el mundo. Puede marcar una diferencia positiva para las organizaciones de todo tipo en un futuro muy cercano, al mismo tiempo que apoya los esfuerzos a largo plazo para mejorar las tecnologías de energía.

La norma tiene como finalidad proporcionar a las organizaciones un reconocido marco de trabajo para la integración de la eficiencia energética en sus prácticas de gestión. Las organizaciones multinacionales tendrán acceso a una norma única y armonizada para su aplicación en toda la organización con una metodología lógica y coherente para la identificación e implementación de mejoras.

La norma tiene por objeto cumplir lo siguiente:

- Ayudar a las organizaciones a aprovechar mejor sus actuales activos de consumo de energía.
- Crear transparencia y facilitar la comunicación sobre la gestión de los recursos energéticos.
- Promover las mejores prácticas de gestión de la energía y reforzar las buenas conductas de gestión de la energía.
- Ayudar a las instalaciones en la evaluación y dar prioridad a la aplicación de nuevas tecnologías de eficiencia energética.
- Proporcionar un marco para promover la eficiencia energética a lo largo de la cadena de suministro.
- Facilitar la mejora de gestión de la energía para los proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
- Permitir la integración con otros sistemas de gestión organizacional, como pueden ser el ambiental, y de salud y seguridad.

La ISO 50001 se basa en el modelo ISO de sistema de gestión familiar para más de un millón de organizaciones en todo el mundo que aplican normas como la ISO 9001 (gestión de calidad), ISO 14001 (gestión ambiental), ISO 22000 (seguridad alimentaria), ISO/IEC 27001 (información de seguridad).

En particular, la norma ISO 50001 sigue el proceso Planificar-Hacer-Verificar-Actuar de mejora continua del sistema de gestión de la energía.

- **Planificar:** realizar la revisión y establecer la línea base de la energía, indicadores de rendimiento energético (EnPIs), objetivos, metas y planes de acción necesarios para conseguir resultados de acuerdo con las oportunidades para mejorar la eficiencia energética y la política de energía de la organización.
- **Hacer:** poner en práctica los planes de acción de la gestión de la energía.
- **Verificar:** monitorear y medir los procesos y las características claves de sus operaciones que determinan el rendimiento de la energía con respecto a la política energética y los objetivos e informar los resultados.
- **Actuar:** tomar acciones para mejorar continuamente la eficiencia energética y el SGEN.

Estas características permiten a las organizaciones integrar la gestión de la energía ahora con sus esfuerzos generales para mejorar la gestión de la calidad, medio ambiente y otros asuntos abordados por sus sistemas de gestión.

ISO 50001 proporciona un marco de requisitos que permite a las organizaciones:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política
- Utilizar los datos para entender mejor y tomar decisiones sobre el uso y consumo de energía
- Medir los resultados

- Revisar la eficacia de la política
- Mejorar continuamente la gestión de la energía.

Esta Norma puede ser implementada de forma individual o integrada con otras normas de sistemas de gestión.

Un SGEEn permite a una organización alcanzar sus compromisos de política, tomar las medidas necesarias para mejorar su eficiencia energética y demostrar la conformidad del sistema con los requisitos de esta Norma Internacional. La aplicación de esta Norma Internacional puede ser adaptada a las necesidades de una organización - incluyendo la complejidad del sistema, grado de documentación y recursos - y se aplica a las actividades bajo el control de la organización.

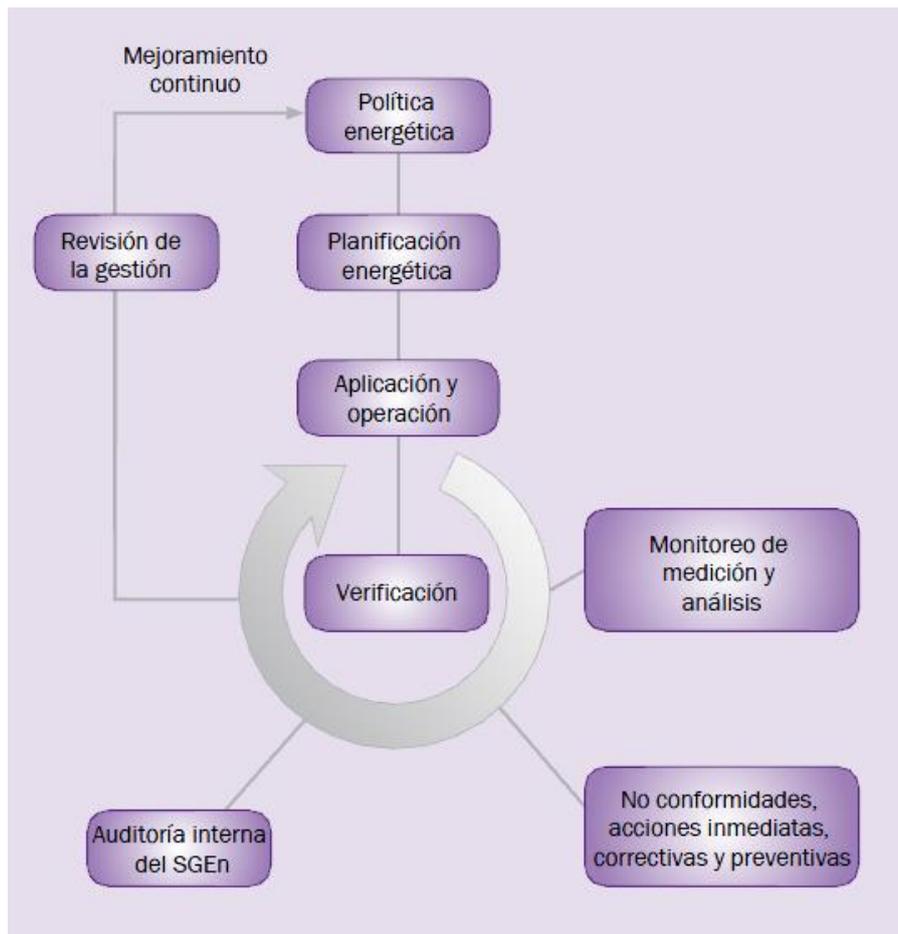


Ilustración 21. Modelo del Sistema de Gestión de la Energía (SGEEn) [17]

Una de las acciones dentro de la verificación del Sistema de Gestión de la Energía es el monitoreo de mediciones y análisis, a continuación se van a desarrollar diversas tecnologías e iniciativas que ayudan a estos efectos.

4.1.1. Objetivos SMART (SMART Targets)

El análisis de la literatura disponible sobre objetivos a los efectos que nos ocupan, muestra cómo se limitan los mismos a clasificaciones de los objetivos, y objetivos de intensidad y volumen de emisiones de gases de efecto invernadero. Otros tipos de objetivos y los del uso de la energía, no son normalmente tenidos en cuenta.

En este epígrafe se va a desarrollar una clasificación de diferentes objetivos destinados al uso de la energía en el sector industrial y sus emisiones asociadas.

Dentro de las políticas de cada entidad, los objetivos de las mismas especifican el nivel de actuación que la empresa pretende conseguir dentro de una actividad en particular mediante la aplicación de las propias medidas y políticas.

Los objetivos establecidos pueden tener varias funciones en diferentes fases del ciclo de la política de la empresa. En la fase de la redacción de la política pueden estimular el debate sobre reducción de gases de efecto invernadero, puesta en conocimiento de los modelos de uso de energía o describir el estado final deseado a alcanzar mediante las políticas energéticas y climáticas. Durante la fase de implementación de la política, los objetivos establecidos deben estimular al grupo para alcanzar los objetivos de la política. Se pueden clasificar dentro de esta fase los objetivos como: guías de acción – cuando los objetivos sirven para dirigir o coordinar las acciones, a lo largo del tiempo y a través de todos los agentes del proceso, hacia el deseado estado final -, y motivadoras de acciones – cuando lleva al grupo a realizar ciertas acciones estimulando ciertos comportamientos dentro del mismo.

➤ Concepto de objetivos y metas SMART

Esta definición surge de la idea de la gestión por objetivos. Las condiciones que deben tener los objetivos y metas para considerarlas SMART son [18]:

- Específicas (S): el objetivo debe especificar claramente qué es lo que se quiere alcanzar, para poder guiar al grupo en la dirección apropiada. Cuanto más específico sea el objetivo, más motivado estará el grupo para alcanzar la meta y se podrá regular mejor.
- Medibles (M): durante el cumplimiento el objetivo debe poder ser evaluado teniendo en cuenta la meta final y su efectividad. Esto motiva al grupo y lo regula, dando información sobre el desarrollo de la consecución de la meta final.
- Apropriadas (A): estos objetivos deben ser apropiados para la política general y estar conectado al conjunto de todos los objetivos.
- Realistas (R): existen dos aspectos en el realismo de los objetivos que son, los costes asociados teniendo en cuenta los recursos disponibles y la rentabilidad de la inversión; y la distancia relativa a los objetivos que muestra el esfuerzo que la empresa deberá realizar para alcanzar la meta final. Los objetivos deben estimular a las compañías a ir más allá de sus negocios, pero sin ser demasiado

ambiciosos ya que conllevaría una menor esperanza de alcanzar sus metas, por lo que disminuiría el esfuerzo puesto en esta labor.

- Temporales (T): los objetivos deben delimitar el período temporal en el que las metas deben ser alcanzadas. Deben estar destinados al corto o medio plazo, si los objetivos no fuesen limitados temporalmente el grupo tendría una motivación menor para alcanzarlos.

➤ Tipo de objetivos SMART para la energía en el sector industrial

Los objetivos pueden ser fijados por diferentes actores en distintos ámbitos y bajo diferentes regímenes de cumplimiento, todos ellos se pueden ver en la siguiente tabla.



Ilustración 22. Características de los objetivos

CATEGORÍA	TIPO DE OBJETIVO
Objetivos de volumen	Uso de energía Reducción del uso de energía
Eficiencia física	Eficiencia energética Eficiencia energética de nuevas instalaciones Referencia de eficiencia energética Mejora de la eficiencia energética
Intensidad económica	Intensidad energética Mejora de la intensidad energética
Económicos	Socio-económico Rentabilidad Habilidad para pagar

Ilustración 23. Clasificación de los objetivos para el uso energético en la industria

- Desglose de los objetivos SMART relativos a la energía y emisiones de CO₂

1. Objetivos de volumen

A pesar de que este tipo de objetivos han sido muy comunes dentro de las políticas medioambientales, en el área del uso de la energía y de las emisiones de gases de efecto invernadero han sido escasos hasta el siglo XXI. Este tipo de objetivo indica que una compañía o sector no puede usar más de una cierta cantidad de energía o emitir una cantidad de CO₂ o gases de efecto invernadero (GEI) superior a un valor, fijado todo a una fecha futura. De forma alternativa, los objetivos de volumen pueden conllevar una reducción en un cierto porcentaje de la energía usada o de las emisiones, a partir de los datos de un año base. En ambos casos, estos objetivos tienen como finalidad última limitar o reducir el uso de la energía y de las emisiones hasta un determinado valor absoluto [18].

Dentro de este tipo de objetivos encontramos:

4.1. Objetivos para el uso de la energía

Este tipo de objetivos se usan predominantemente en acuerdos bilaterales entre gobiernos e industrias y asociaciones industriales, pero son menos comunes que otros tipos de objetivos. Estos objetivos suelen ser expresados en forma de valores absolutos, para referir las cantidades a limitar y reducir de cada empresa o sector.

4.2. Objetivos para las emisiones de CO₂ y GEI

Actualmente, los objetivos de volumen para las emisiones de CO₂ y GEI están emergiendo rápidamente. Este tipo de objetivos está siendo usado en diferentes tipos de programas políticos, como planes de emisiones y acuerdos voluntarios. Así, por ejemplo, la Unión Europea ha tenido que ponerlos en práctica para alcanzar sus compromisos de emisiones. Este tipo de objetivos también son utilizados en planes bilaterales entre ONG's e industrias, como el Programa de Protección del Clima de WWF.

2. Objetivos de eficiencia física

Estos objetivos son muy comunes dentro de políticas energéticas y medioambientales. Pueden aspirar a un nivel de eficiencia o de emisiones de CO₂ determinado, o bien, a mejorarlos comparándolos con los niveles de otros negocios a partir de un año base.

2.1. Consumo de energía específica y IEE

El consumo de energía específica (CEE) de un proceso industrial se define como la relación entre la energía empleada en el proceso y la producción obtenida del mismo. Los objetivos de eficiencia energética son usados en múltiple tipos de acuerdos voluntarios, incluyendo objetivos de mejora de la eficiencia en términos relativos (por ejemplo, reducción de un 10% para el año 2020), pero no objetivos definidos mediante valores absolutos del consumo de energía.

Para los sectores o procesos individuales, el CEE es una muy útil medida de la eficiencia. Sin embargo, la mayoría de las industrias y sectores produce una mezcla de diversos

productos. En este caso el CEE debe ser reemplazado por el Índice de Eficiencia Energética (IEE), el cual es un promedio de los valores del SEC para un rango de productos.

$$IEE = \frac{\sum_{x=1}^n CEE_x \cdot P_x}{\sum_{x=1}^n CEE_{ref,x} \cdot P_x}$$

donde P_x es el volumen de producción para el producto x en un año específico, y $CEE_{ref,x}$ el uso específico de energía de referencia para el producto x .

Uno de los problemas asociados a la definición de este índice es fijar los valores de referencia para los consumos específicos de cada producto, pudiendo tomar para ello valores históricos, niveles de las mejores prácticas o de las mejores plantas de los productos en concreto.

2.2. Emisiones de CO₂ y GEI

En este caso son las emisiones específicas de dióxido de carbono (EEC) el índice utilizado para referirse a la mejora de las emisiones de CO₂ y gases de efecto invernadero. Comúnmente se deben expresar en términos relativos, del mismo modo que las anteriores, pero los objetivos de eficiencia en términos absolutos también se emplean para limitar el uso de la energía y las emisiones en edificios, aplicaciones y equipos.

3. Objetivos de intensidad económica

Este tipo de objetivos pretenden separar el uso de la energía y los niveles de emisiones de los resultados económicos obtenidos de los procesos. Se utilizan para delimitar límites del ratio del uso de la energía y la actividad económica, o animar a los implicados a mejorarlos. La intensidad económica se define como la relación entre la energía empleada en el proceso y la actividad económica que se desempeña.

Los objetivos de intensidad económica son a veces propuestos como alternativas para el acercamiento a los objetivos del Protocolo de Kyoto [14] a nivel nacional.

4. Objetivos económicos

Los objetivos económicos no son utilizados con mucha frecuencia en las políticas energéticas. Sin embargo, los niveles marcados por otros tipos de objetivos anteriores, como los de volumen o de eficiencia física, están basados en una valoración técnico-económica. Este tipo de objetivos tienen en cuenta costes y/o ingresos de las inversiones en el ahorro energético. Se distinguen tres tipos.

4.1. Objetivos de rentabilidad

Este tipo de objetivos requiere que todas las medidas para el ahorro de energía que se lleven a cabo sean económicamente atractivas desde un punto de vista privado de la empresa. Los ámbitos en los que más se utilizan los objetivos de rentabilidad son decisiones unilaterales de los gobiernos y acuerdos bilaterales entre industria y gobierno.

4.2. Objetivos socio-económicos

Los objetivos socio-económicos necesitan que todas las medidas que impliquen un cierto criterio de coste/eficiencia sean implementadas. Las medidas de costes/efectividad de eficiencia energética pueden ser expresadas en términos de costes específicos, como lo son el coste de energía ahorrada, y los costes de atenuación de emisiones de CO₂.

4.3. Objetivos de capacidad de pagar

Un tipo de objetivo que no está siendo puesto en práctica es este, que al igual que los objetivos de rentabilidad, también tiene en cuenta el razonamiento de las propuestas de ahorro energético. La implementación de las medidas de ahorro no debe afectar de manera sustancial a la competitividad de las empresas. Este tipo de objetivos tiene en cuenta el total de esfuerzos económicos en el ahorro energético, mientras que los dos anteriores no lo hacían.

4.1.2. Tecnología informática aplicada a Sistemas de Gestión de la Energía

La necesidad de implantación de la norma ISO 50001 hace que aparezcan estudios sobre sistemas informáticos que permitan una establecer un marco de trabajo para construir herramientas informáticas que ofrezcan mecanismos para automatizar alertas y controles sobre dominios específicos, en un ambiente de administración, control y gerenciamiento energético.

Uno de los proyectos desarrollados tiene como objetivo realizar actividades de I+D en temas relacionados a Ingeniería de Software Basado en Modelos (ISBM) y Common Information Model (CIM) en conjunción con métodos de producción de sistemas software para gestión de eficiencia energética, siguiendo bases de la norma internacional ISO 50001, presentando así una propuesta de sistema software de soporte a la gestión y ahorro de energía eléctrica [19].

En una primera etapa se concretó un Prototipo de Interfaz de Usuario (PIU) correspondiente al sistema software en cuestión, para administrar, la energía con mayor número de variables, la energía eléctrica. Se reflejó en el PIU, el conjunto de herramientas necesarias para dar el soporte necesario para administrar la energía eléctrica, desde la carga de datos de facturas hasta reportes gráficos que permiten hacer un análisis de negocio para la toma de decisiones.

Como trabajo futuro se espera poder extender el sistema software, en el campo de gestión energética, a otros tipos de fuentes energéticas que puedan tener las medianas y pequeñas empresas, como por ejemplo el agua, gas, combustibles, entre otros; a fin de poder gestionarlos para su reducción de consumos y el uso consciente de las energías.

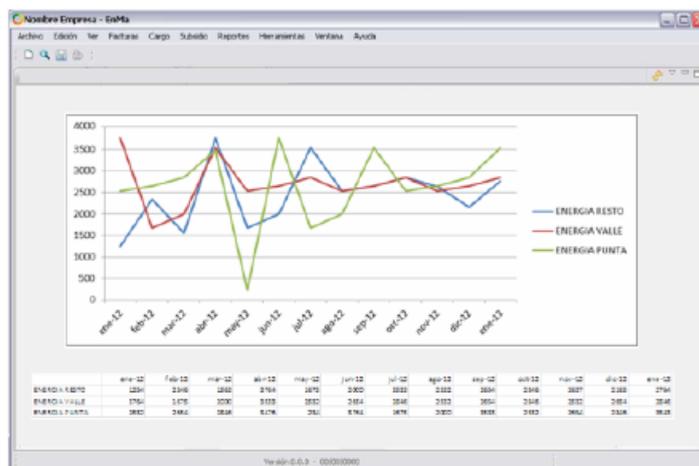


Ilustración 24. Informes gráficos comparativos del PIU [19]

4.1.3. Indicadores Clave del Rendimiento (Key Performance Indicators)

La medida de la eficiencia energética es la base para el control del consumo de energía en los procesos de producción, para tomar decisiones sobre la mejora de las medidas y para encontrar cambios y mejoras de la eficiencia energética. Es más, la tecnología de información y comunicaciones (ICT) y la estandarización juegan un papel importante como facilitadores de la consecución de la eficiencia energética.

Medir el consumo de energía de un proceso permite asesorar sobre las optimizaciones potenciales y apoya la verificación de los posibles beneficios obtenidos de las medidas de mejora. El desarrollo y la aplicación de los indicadores de eficiencia energética dependen de los objetivos para los que se van a aplicar. Usualmente estos indicadores son ratios que describen la relación entre una actividad y la energía requerida.

Debido a la gran variedad de procesos industriales y su complejidad, existen multitud de indicadores estructurales y explicativos. Se debe tener especial cuidado al comparar datos de eficiencia energética de diferentes países y, también, de distintos sectores o compañías. La Agencia Internacional de la Energía pone a disposición herramientas indicadoras basadas en una pirámide jerárquica. No existe un indicador único aplicable para cada situación, pero los indicadores apropiados deben ser definidos dependiendo de la herramienta a emplear. La tabla que se muestra a continuación resume los indicadores de eficiencia energética, sus aplicaciones y fórmulas o unidades [20].

Los equipos políticos le están prestando mucha atención a la medida de la eficiencia energética a nivel nacional y para comparaciones de sus países internacionalmente. El desarrollo de este tipo de indicadores comenzó en los años 70, y se ha ido extendiendo a nivel mundial la aceptación de una lista común de indicadores.

Reference	Indicator	Indicator type	Application	Formula/Unit
(Phylipsen et al., 1997)	Energy Intensity	Economic	Aggregated level	Energy consumption/economic term
	Specific energy consumption	Physical	Disaggregated level	GJ per t
(Irrek and Thomas, 2006)	Energy intensity	Macro-economic	Aggregated level	Energy consumption/monetary variables (GDP)
	Degree of efficiency	Engineering view	Aggregated level	Net energy/used primary energy
	Final energy efficiency improvement	Physical	National level	Energy savings per year
(Patterson, 1996)	Thermodynamic energy efficiency	Thermodynamic	Measurements derived from the science of thermodynamics	Actual energy usage related to an 'ideal' process
	Physical-thermodynamic energy efficiency	Hybrid	Measure the service or delivery of the process	Actual energy usages/tonnes or passenger miles
	Economic-thermodynamic energy efficiency	Hybrid	Measure the service or delivery of the process	Energy usage in conventional thermodynamic units/output in terms of market price
	Economic energy efficiency	Economic	Measure in terms of market value	Energy input in monetary terms/output in monetary terms
(Farla et al., 1997)	Energy efficiency measurement	Economic	Activity of a sector	Energy consumption/value added or value of shipments
	Specific energy consumption	Physical	Process level, cross country comparison	Energy use/physical unit of production
(IEA, 2008a)	Thermal energy efficiency of equipment	Physical	For single equipment	Energy value available for production/input energy value
	Energy consumption intensity	Physical	Broader than thermal indicator: companies, etc.	Energy consumption/physical output value
	Absolute amount of energy consumption	Physical	With indication of production volumes	Energy value
	Diffusion rates of equipment	Physical	Focusing on specific energy efficient technology	Rate of deployment of technology
(IEA, 2007a)	Industrial energy intensity	Physical	Comparison of efficiency data on a sub-sector level between countries.	Energy use/unit of industrial output, e.g., GJ/t
	Specific energy consumption	Physical	On sector level	e.g., GJ/t
(Boyd et al., 2008)	Energy performance indicator	Statistical	On plant level	Percentile ranking of the energy efficiency

Ilustración 25. Selección de indicadores de eficiencia energética [20]

➤ Monitorización y control

La monitorización de la eficiencia energética y las auditorías son importantes para la gestión energética, ya que permiten identificar las oportunidades de mejora y señalar los efectos de las medidas llevadas a cabo en el uso de la energía. El análisis del consumo de energía de los equipos que trabajan dentro de un proceso productivo es el primer paso para conseguir un aumento de su eficiencia. Una monitorización insuficiente puede provocar que las compañías no sean conscientes de su potencial para aprovechar las oportunidades energéticas de las que disponen. Al mismo tiempo, ayuda a identificar el proceso más intenso desde el punto de vista energético.

➤ Marco conceptual para la evaluación

En ciertos casos, incluso con una monitorización efectiva en curso, los gestores tienen dificultades a la hora de evaluar el impacto y efectos de las medidas de mejora de eficiencia energética, debido a la falta de conceptos apropiados para su evaluación. La base para tomar las decisiones adecuadas se encuentra en definir y desarrollar los KPI adecuados, así como los mecanismos de monitorización.

La integración con éxito de los aspectos de eficiencia energética en el proceso de decisión requiere tener en cuenta una evaluación económica. Existen diferentes cálculos que se pueden realizar y tener en cuenta por parte de las empresas, lo cuales permiten identificar la viabilidad económica de las medidas a aplicar y los beneficios posibles que reportarían las mismas.

➤ Procesos de producción

Estableciendo sistemas de información de la producción relacionados con la eficiencia energética, los gestores contarán con información relevante de los impactos en los rendimientos del proceso, para tomar decisiones en los planes de producción. Se hace evidente la necesidad de los KPI para eficiencia energética que señalen los cambios y mejoras, tanto a nivel de proceso como de planta. Los indicadores necesarios que se deben incluir en las industrias son los siguientes:

- Medida de la eficiencia energética del proceso para identificar ineficiencias en el uso de la energía de la planta de producción.
- Medidas estandarizadas de la eficiencia y las emisiones de carbono.
- Indicadores que faciliten la identificación de posibles cambios y mejoras de la eficiencia.
- Medidas de la eficiencia en términos económicos, para poder identificar donde se puede ahorrar dinero.
- Desarrollo de procesos que esquematicen el uso de la energía para una mejor comprensión de las entradas, salidas y puntos de medida dentro de cada proceso de producción.

4.2. Ahorro y eficiencia energética en instalaciones industriales

La innovación en las instalaciones industriales está íntimamente relacionada con la capacidad del sector industrial para identificar las posibilidades de mejora en la gestión. En este sentido, es importante resaltar la relevancia del gasto energético, el cual representa uno de los mayores porcentajes dentro de los costes totales de una instalación. Debido a esto, se deben estudiar, analizar y ajustar al mínimo posible estos costes, sin que se produzca una pérdida de calidad y prestaciones de los productos fabricados.

Con estos fines, diversos organismos oficiales en colaboración con institutos investigadores en la materia, ponen a disposición de las empresas manuales técnicos sobre medidas de ahorro y eficiencia energética en equipos e instalaciones del sector industrial, como un instrumento de consulta a la hora de tomar decisiones que puedan contribuir a la reducción del consumo energético y, para mejorar la eficiencia energética de los procesos productivos y de todos aquellos equipos e instalaciones auxiliares que intervienen en la fabricación de un producto.

Adicionalmente, la aplicación de las medidas descritas en este tipo de documentos contribuirán a la reducción de las emisiones contaminantes, lo que implica la reducción de los efectos adversos del sector industrial sobre el medio ambiente, nos permitirá converger en los objetivos fijados por el Protocolo de Kioto. En otras palabras, conseguir alcanzar una implantación generalizada de las buenas prácticas energéticas en las áreas industriales.

A continuación, se van a presentar las diversas tecnologías y equipos que son susceptibles de experimentar estos cambios y a las cuales se pueden aplicar las medidas necesarias para alcanzar los objetivos descritos.

4.2.1. Calderas

Las calderas son equipos donde se transfiere la energía obtenida en la combustión de un combustible a un fluido de trabajo. La clasificación de las calderas se puede hacer atendiendo a dos criterios, principalmente.

Según las necesidades energéticas del proceso se tienen calderas de:

- Agua caliente
- Agua sobrecalentada
- Vapor saturado
- Vapor sobrecalentado
- Fluido térmico

Dependiendo de la posición relativa entre el fluido a calentar y los gases de combustión se clasifican en:

- Calderas pirotubulares: donde los humos calientes son los que circulan por el interior de los tubos sumergidos en el fluido.
- Calderas acuotubulares: el fluido es el que circula por el interior de los tubos que se encuentran sumergidos en una masa de humos.

A continuación se presentan las medidas de ahorro energético aplicables a las calderas, tanto si son empleadas para la generación de vapor como si se utiliza para el calentamiento de un fluido. Las medidas citadas se recogen en la Guía de Ahorro Energético de Instalaciones Industriales de Fenercom[21] y en la Guía de Mejoras horizontales de Ahorro y Eficiencia Energética del Sector Industrial- Energía Térmica de la Junta de Castilla y León [22].

➤ Ajuste de la combustión

Se pretende ajustar la combustión a las necesidades de calor requeridas, para evitar que se produzcan pérdidas de calor en los humos de combustión. Para ello se analizan los humos de la combustión, para realizar un ajuste manual de la combustión y así disminuir las pérdidas que se producen por los gases de combustión e inquemados.

➤ Economizadores en calderas

Con esta medida se pretende aprovechar el calor contenido en los humos de la combustión que salen de la caldera para precalentar el agua de aportación a la misma. El ahorro que se puede conseguir se calcula a través de los rendimientos de la caldera antes y después de la instalación de los economizadores, la cual provoca una variación en el calor contenido en los humos.

➤ Precalentamiento del aire de combustión

El empleo de esta medida de ahorro energético tiene como fin el aprovechamiento del calor residual de los humos de combustión de la caldera, en este caso, para el precalentamiento del aire que será empleado en dicha combustión. El uso de precalentadores de aire en calderas, dado el bajo coeficiente global de transmisión de calor entre dos gases, sólo se recomienda como último recurso y siempre que no se pueda utilizar la entalpía de los gases de salida para precalentar otro tipo de fluido (por ejemplo el agua de aporte de red con los economizadores antes descritos).

➤ Recuperación del calor de purgas

La operación de purga consiste en extraer sólidos disueltos y en suspensión de la caldera, ya que al vaporizarse el agua aumenta la concentración de estos sólidos en el agua que queda, lo que provoca problemas importantes. El agua evacuada en las purgas de las calderas de vapor está a elevada temperatura y presión. El calor contenido en el agua de purgas se recupera expansionándola en un tanque y utilizando el líquido y el vapor producidos.

➤ Calorifugado de tuberías y tanques

La instalación de elementos de aislamiento en los conductos por los que circulan los fluidos de trabajo del sistema provoca una disminución de las pérdidas de calor que se producen en el transporte de los mismos a lo largo de la red de tuberías y elementos singulares. Para poder calcular las nuevas pérdidas que se producen tras instalar los aislamientos, los suministradores deben poner a nuestra disposición los coeficientes de pérdidas que tendría cada uno de los elementos una vez protegidos con el aislante.

➤ Eliminación de fugas de vapor

Siempre que exista una fuga de vapor se tendrá una pérdida energética. Para poder realizar un ahorro energético en este aspecto habrá que localizar y eliminar las fugas de vapor existentes. La cantidad de calor perdida por estas fugas dependerá del diámetro del orificio de la fuga y la presión manométrica del vapor que circule por dicha conducción.

➤ Mantenimiento de purgadores

Un purgador de vapor es una válvula automática instalada en una conducción de vapor para eliminar los condensados y el aire. Los purgadores actúan en función de diversos parámetros físicos, pudiendo ser estos parámetros de tipo mecánico, como la densidad, termostático, en base a diferencia de temperaturas entre el vapor y el condensado, y termodinámico, en base a cambios de fase. Uno de los parámetros esenciales para el buen funcionamiento de los purgadores y su máxima eficiencia es una correcta instalación. Una vez comprobado esto, hay que establecer, como objetivo prioritario, un mantenimiento adecuado del mismo.

➤ Expansión del condensado de alta presión

Esta medida permite emplear el condensado de una utilización de vapor a alta presión para producir más vapor a una presión inferior que podrá ser utilizado en otro punto del proceso productivo. Se trata de expansionar el condensado a alta presión en un tanque para generar vapor y nuevos condensados a una presión inferior. Estos nuevos condensados pueden ser expansionados nuevamente en otro tanque y así sucesivamente. En los sucesivos expansionados habrá que llegar a un acuerdo entre el ahorro producido por la expansión y el coste de la instalación de nuevos tanques.

➤ Recuperación de condensados

Existen diversos equipos para poder llevar a cabo la recuperación de los condensados:

- Tanque de condensados atmosférico

El calor del condensado se recupera en un intercambiador o en un tanque flash, donde se obtiene vapor que se puede emplear en el proceso productivo o en el precalentamiento del agua de aporte a la caldera. El calor del condensado del tanque flash se puede recuperar en un intercambiador de placas. Al introducir el agua en la caldera a una temperatura superior a la del

agua de red se obtiene un incremento del rendimiento de la caldera, o lo que es lo mismo, un descenso del consumo de combustible.

- Recuperación de condensados a presión en instalaciones de circuito cerrado

Esta instalación aprovecha el condensado a una presión intermedia entre la de utilización y la atmosférica. Para ello, el tanque de alimentación se encuentra presurizado y se utiliza una bomba de alimentación a caldera capaz de trabajar a dicha presión.

- Recuperación de condensados a presión en instalaciones de circuito abierto

Esta instalación aprovecha el condensado a la presión de utilización expansionándolo en un tanque flash, produciendo vapor a baja presión que se utiliza en el proceso y el condensado resultante se introduce a la caldera a dicha presión, utilizando una bomba de alimentación a caldera capaz de trabajar en dichas condiciones.

- Unidad de Recuperación de Condensados (U.R.C.)

Una U.R.C es un conjunto formado por: Circuito en bucle con bomba de recirculación, termocompresor, refrigerador de ajuste, eliminador de aire y elementos de medida, capaz de tomar el condensado de la propia línea de condensados y enviarlo directamente a la caldera. Este conjunto aporta las ventajas siguientes:

- Al enviar el condensado directamente a la caldera desaparecen las pérdidas por revaporización, con lo que hay un ahorro importante de combustible.
- El hecho de no pasar por el depósito de condensados, tener toda la instalación a presión y de existir una desaireación continua, mejora el coeficiente de transmisión en los aparatos consumidores de vapor, acorta los tiempos de calentamiento y mitiga la presencia de oxígeno en las conducciones, lo que reduce en gran medida las corrosiones de las mismas, evitando la adición de hidracina u otros inhibidores de oxígeno.
- Todo el revaporizado es agua nueva a aportar, por lo que su desaparición hace innecesaria dicha aportación, reduciendo el consumo de agua y su coste de tratamiento.
- Paralelamente, la menor adición de agua nueva hace descender el ritmo de concentración de sales disueltas en el interior de la caldera, pudiendo espaciar las purgas de la misma con el consiguiente nuevo ahorro de agua y de combustible.

- En el caso de recuperación total de condensados, la purga se hace teóricamente innecesaria y bastaría una pequeña purga cada dos días para mantener perfectamente la salinidad adecuada en la caldera.

➤ Cogeneración con turbina de vapor a contrapresión

Para instalaciones que precisen vapor a diferentes niveles térmicos, se puede pensar en un sistema de cogeneración con turbina de vapor a contrapresión. En una caldera de vapor se genera vapor a alta presión. Parte de este vapor es enviado a proceso y otra parte a una turbina de vapor. De esta turbina se pueden hacer extracciones a las presiones que se requiera que esté el resto del vapor del proceso. Las diferentes alternativas que presenta la cogeneración se presentan más adelante de forma detallada.

➤ Convertidores de frecuencia en ventiladores de combustión y bombas de alimentación de calderas

Frecuentemente, los ventiladores y bombas de agua de alimentación están muy sobredimensionados, funcionando una gran parte del tiempo en condiciones muy por debajo de las nominales. Por este motivo, el cortatiros y la válvula empleados para la regulación del caudal trabajan en posición muy cerrada durante todo el tiempo. En la regulación de dichas variables, gran parte de la potencia absorbida por los motores de accionamiento se emplea en compensar la pérdida de carga producida en el cortatiros y la válvula.

La sustitución de estos sistemas convencionales por sistemas que realizan la regulación de caudal, en base a la variación de velocidad de los motores eléctricos de accionamiento por medio de convertidores de frecuencia, evita esta pérdida de energía. Cuando el régimen de trabajo de una caldera de producción superior a 25 t/h varía frecuentemente, siendo durante mucho tiempo menor del nominal, el consumo de energía de los accionamientos del ventilador y de la bomba se puede reducir hasta un 70% y un 25%, respectivamente, de la energía consumida con los sistemas de regulación convencionales. El pay-back de la inversión de este tipo de instalaciones se puede asegurar que, en la mayoría de los casos, es menor de dos años.

➤ Sustitución de calderas eléctricas por calderas de gas natural

Mediante esta propuesta de mejora se calcula el ahorro obtenido al sustituir las calderas eléctricas de una fábrica por una caldera de gas natural.

➤ Sustitución de calderas de gasóleo a gas natural

Entre las ventajas que se producen con esta medida se encuentran: ahorra energético debido al mejor rendimiento de las calderas a gas, menos coste combustible, uso de un combustible más limpio al eliminar emisiones de SO₂ y reducir las de CO₂, y un menor mantenimiento de la instalación.

4.2.2. Cogeneración

La cogeneración consiste en la producción simultánea de energía térmica útil y energía mecánica (normalmente empleada en la generación de energía eléctrica) partiendo del mismo combustible.

Este partido que se obtiene del empleo de un único combustible se traduce en importantes índices de ahorro energético así como una reducción notable de la factura energética. Todo esto sin alterar el proceso productivo. Esta tecnología es una solución energética que consigue producir todas las energías finales que todo centro consumidor precisa: electricidad, calor y frío. Debido a esta combinación, consiste en una solución compleja que no siempre es bien comprendida por los usuarios y las autoridades energéticas.

El fomento de la cogeneración es una prioridad para la Unión Europea y sus Estados Miembros, habida cuenta de los beneficios potenciales de la misma en lo que se refiere al ahorro de energía primaria, a la eliminación de pérdidas de calor y a la reducción de emisiones, en particular de gases efecto invernadero, contribuyendo así al cumplimiento de los distintos acuerdos internacionales firmados.

Siguiendo la Guía Técnica de la Cogeneración de Fenercom [23], y el capítulo dedicado a esta tecnología dentro de las Mejoras Térmicas Horizontales de Castilla y León, se van a presentar las medidas que se pueden realizar para conseguir optimizar la cogeneración, además de realizar una pequeña introducción a esta tecnología.

El esquema general de un sistema de cogeneración cuenta con una máquina térmica, que en su funcionamiento genera energía mecánica la cual se empleará para producir electricidad, y de la que se aprovecha el calor para alimentar los procesos que lo requieran.

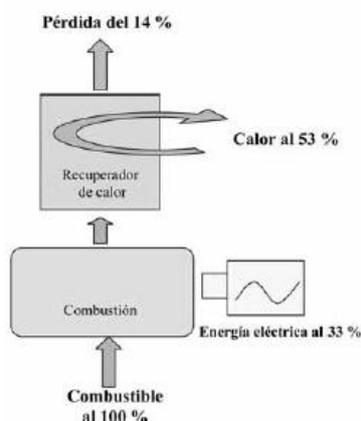


Ilustración 26. Esquema general de un sistema de cogeneración

➤ Cogeneración con turbina de gas

El funcionamiento consiste en aspirar aire atmosférico y comprimirlo antes de la cámara de combustión donde se mezcla con el combustible y se produce la combustión. Los humos de la combustión pasan a través de la turbina cuyo eje arrastra un alternador para la producción de energía eléctrica. Estos humos, una vez fuera de la turbina, conservan una

importante energía que puede emplearse en algún aprovechamiento térmico como la producción de vapor o el calentamiento de agua.

Cuando se emplea esta configuración, denominada ciclo simple, el sistema consta de una turbina de gas y una caldera de recuperación, generándose vapor directamente a la presión de utilización en la planta de proceso asociada a la cogeneración. Estos ciclos son idóneos cuando las necesidades de vapor son superiores a 10 t/h, situación que se da fácilmente en numerosas industrias. Se trata de plantas de gran fiabilidad y económicamente rentables a partir de un cierto tamaño y si tienen un número de horas de funcionamiento alto con demanda de calor continua.

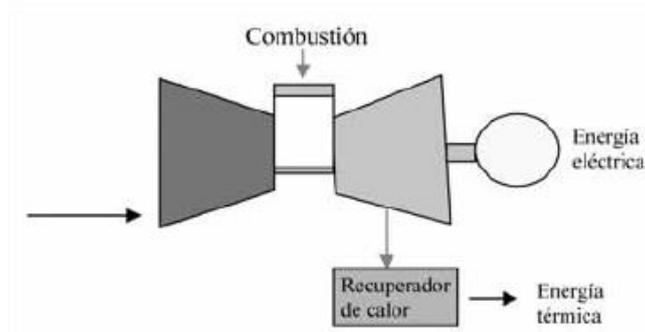


Ilustración 27. Cogeneración con turbina de gas

En el caso en que la demanda de calor sea mayor a la que pueden proporcionar los gases de escape, se puede producir una cantidad superior de energía térmica utilizando un quemador de postcombustión, introduciendo combustible directamente a un quemador especial con el que cuenta la caldera. Esto es posible debido a que los gases de combustión son suficientemente ricos en oxígeno.

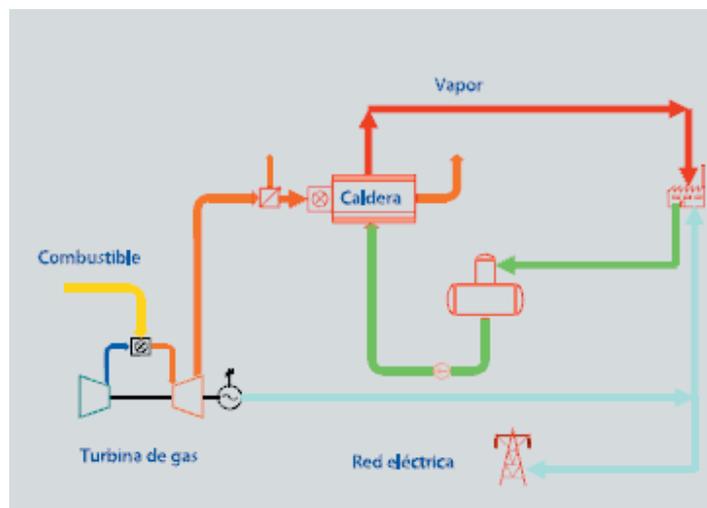


Ilustración 28. Cogeneración con turbina de gas y postcombustión

Posibles mejoras del ciclo de cogeneración con turbina de gas

- Recuperación del calor de los gases de escape de la turbina

Esto se consigue con la instalación de un post-economizador. Si los gases de escape de la turbina se introducen en una caldera de recuperación, se puede instalar un post-economizador para precalentar un fluido con el calor de los gases de escape de la caldera. De esta manera se consigue un mayor aprovechamiento de los humos, reduciendo su temperatura.

También se puede recuperar el calor de los gases de escape en una post-combustión. Las turbinas de gas trabajan con un exceso de aire elevado y es por eso que en los gases de escape, la concentración de oxígeno esté entre el 14 y el 17%. Estos productos de combustión pueden utilizarse como comburente en una nueva combustión. De esta forma se consigue elevar la temperatura de los gases sin que su caudal másico aumente demasiado.

Este incremento de la temperatura de los gases provocará:

- Una mejora de la transferencia de calor debida al incremento de la temperatura de los gases y de su velocidad. Esto se verá reflejado en un mejor rendimiento global del generador.
- Una disminución en los costes de instalación ya que será necesaria una menor superficie de intercambio en la caldera de recuperación.

➤ Enfriamiento del aire de aspiración

Al enfriar el aire de aspiración se reduce su volumen específico y se podrá comprimir mayor cantidad de aire. El aire se enfría mediante enfriamiento evaporativo o enfriamiento por refrigeración en función de la climatología del emplazamiento.

➤ Situar la turbina de gas lo más cerca posible al punto de utilización de los gases

Esta actuación hace que los humos pierdan la menor cantidad de temperatura posible, para conseguir así un mejor aprovechamiento del calor en los procesos a los que se destinan.

➤ Cogeneración con turbina de vapor

La cogeneración con turbina de vapor consiste en expandir el vapor procedente de una caldera y aprovechar el vapor de salida de la turbina, o el obtenido por medio de extracciones para el proceso u otros usos.

Se pueden encontrar tres tipos diferentes de turbinas de vapor dependiendo de la presión de salida del vapor de la turbina:

- Turbina de vapor a condensación.

El vapor se expande en la turbina hasta una presión que está por debajo de la atmosférica. Este vapor se condensa y se bombea de nuevo a la caldera. El aprovechamiento térmico de esta instalación es muy bajo.

- Turbina de vapor a contrapresión.

El vapor de salida de la turbina se encuentra por encima de la presión atmosférica y es susceptible de ser aprovechado, bien directamente en proceso o bien indirectamente en un intercambiador para transferir su energía térmica a otro fluido.

- Turbina de vapor con extracciones.

En estas instalaciones se realizan extracciones de vapor directamente de la turbina mientras se realiza la expansión. Estas turbinas pueden ser a contrapresión o a condensación. Estas instalaciones se utilizan cuando se requiere vapor a diferentes presiones.

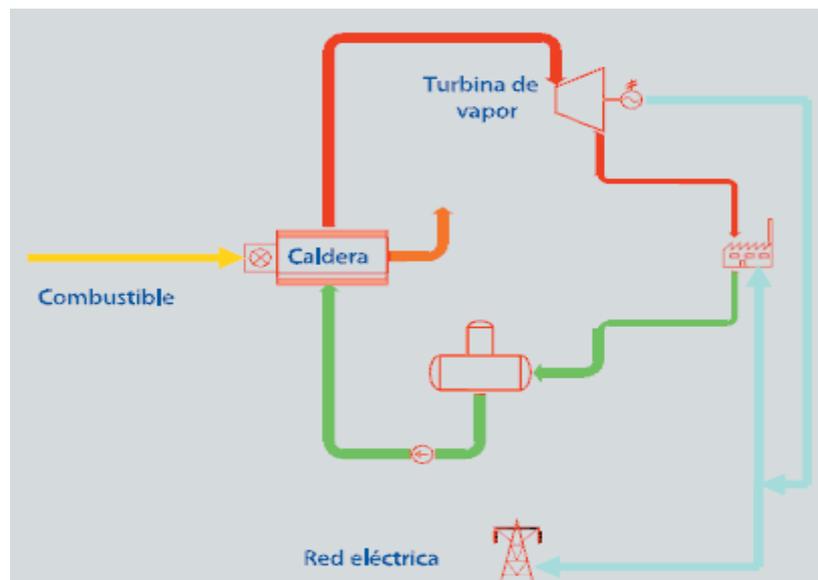


Ilustración 29. Cogeneración con turbina de vapor

➤ Cogeneración en ciclo combinado con turbina de gas

La aplicación conjunta de una turbina de gas y una turbina de vapor es lo que se denomina ciclo combinado, ya que con esta alternativa se pueden combinar los dos tipos de ciclo: el de gas (ciclo Bryton) y el de agua-vapor (ciclo Rankine).

Los gases de escape de la turbina de gas atraviesan la caldera de recuperación, donde se produce vapor a alta presión. Este vapor se expande en una turbina de vapor produciéndose energía eléctrica adicional. El escape de la turbina será vapor de baja presión, que puede aprovecharse como tal o condensarse en un condensador presurizado, produciendo agua caliente o agua sobrecalentada, que será utilizada en la industria asociada.

En un ciclo combinado con turbina de gas el proceso de vapor es esencial para maximizar la eficiencia del mismo. Se requiere un diseño adaptado al consumo de la planta industrial asociada a la cogeneración, que disponga de gran flexibilidad para posibilitar su trabajo eficiente en situaciones alejadas del punto de diseño.

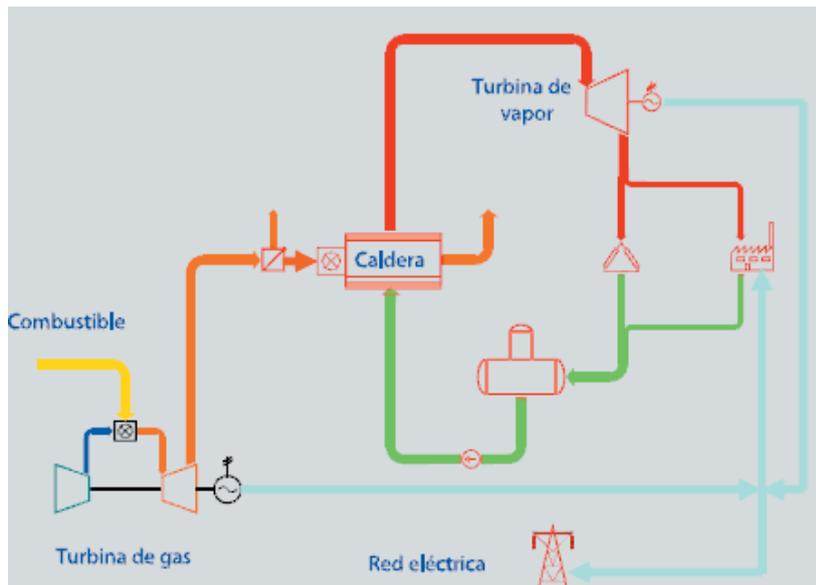


Ilustración 30. Cogeneración con ciclo combinado de turbina de gas

➤ Cogeneración con motor alternativo

La cogeneración con motor alternativo consiste en emplear el movimiento de rotación del motor para generar energía eléctrica en un alternador. El aprovechamiento térmico en esta instalación viene de utilizar los gases de escape para la producción de vapor en una caldera de recuperación. Asimismo se puede aprovechar el calor del circuito de refrigeración de los motores para producir agua caliente.

El combustible que emplean es gasóleo o fuel-oil, y son también adecuados para la producción de frío por absorción. Este tipo de instalaciones son convenientes para potencias bajas, en las que la generación eléctrica es muy importante en el peso del plan de negocio. Los motores son las máquinas térmicas que más rendimiento eléctrico han alcanzado.

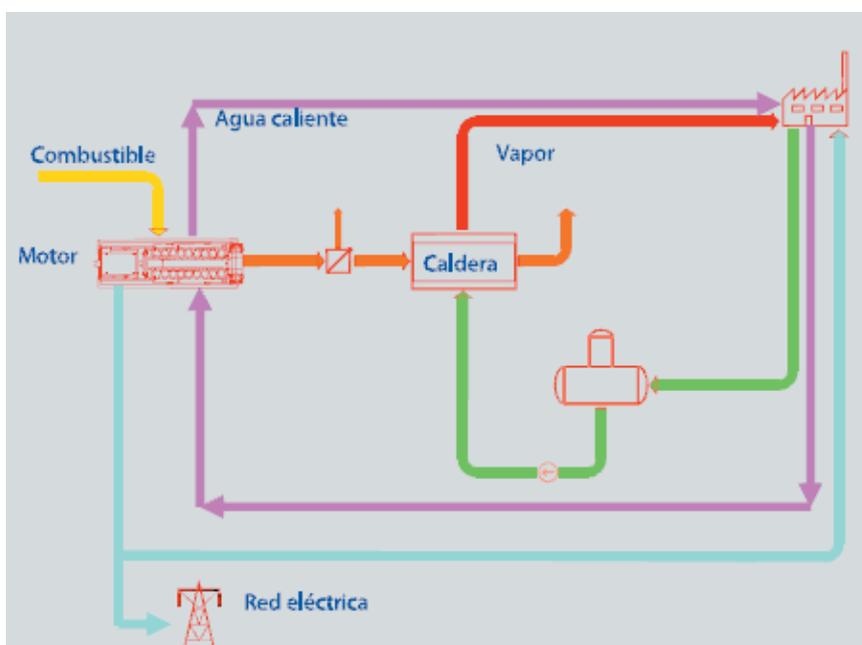


Ilustración 31. Cogeneración con motor alternativo

Existe la posibilidad de aprovechar directamente el calor de los gases de escape sin hacerlos pasar por una caldera. El gas de escape puede ser utilizado en aplicaciones tales como secaderos, de forma directa o a través de un intercambiador. Este último es el sistema que se representa en la figura siguiente, donde se aprovechan en cascada el calor del circuito de alta temperatura de motores y el de los gases para calentar aire.

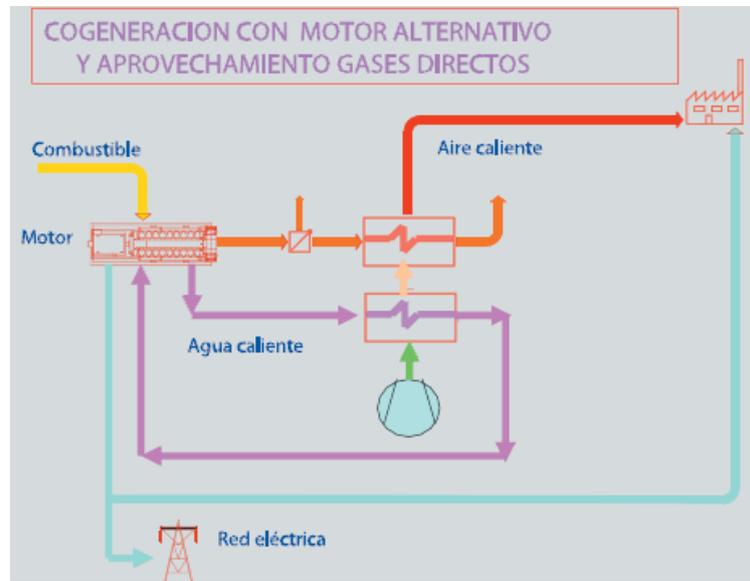


Ilustración 32. Aprovechamiento directo de gases en la cogeneración con motor alternativo

Posibles mejoras del ciclo de cogeneración con motor alternativo

- Aprovechamiento térmico del agua caliente del circuito de refrigeración

Mediante un intercambiador de calor, puede recuperarse la energía que transporta el circuito de refrigeración del motor para obtener, por ejemplo, agua caliente que será empleada en otros usos, como: agua caliente sanitaria o agua caliente para la producción de frío en una máquina de absorción.

- Trigeneración

La trigeneración es la producción simultánea de energía mecánica (normalmente empleado en la producción de energía eléctrica), de energía térmica útil y de frío a partir de un único combustible. La trigeneración no disminuye la demanda de energía de un proceso industrial o un edificio, sino la cantidad de energía primaria necesaria para satisfacerla.

Para obtener una instalación de trigeneración bastará con añadir un elemento generador de frío a una planta de cogeneración. Para la producción de frío se emplean máquinas de absorción que debido a su bajo COP sólo se justifican para las situaciones en las que la demanda de frío es importante a lo largo del año.

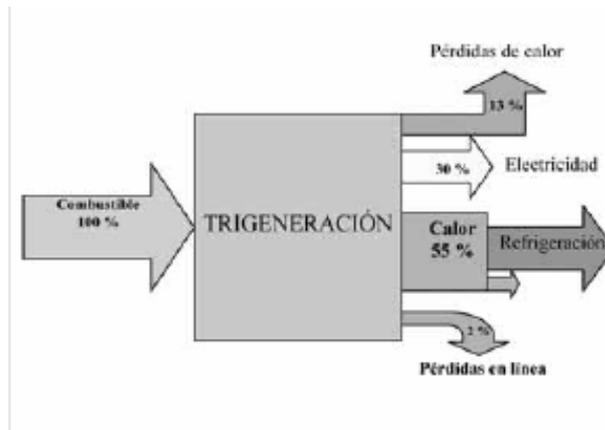


Ilustración 33. Esquema del sistema de trigeneración

➤ Mejoras de eficiencia en plantas de cogeneración existentes

Al reflexionar sobre la posibilidad de mejorar la eficiencia en las plantas de cogeneración ya existentes, debe tomarse en consideración las características y condiciones en que fueron diseñadas.

- Implantar, sin excepciones, las Mejores Técnicas Disponibles, utilizables en cada momento
- Son unidades concebidas a medida, de forma individual, para adaptarse tanto a la legislación vigente como a las necesidades de los procesos térmicos a los que han de surtir el calor útil.
- El equipo motor, para la generación térmica, es de elevada tecnología, por lo común muy ajustado a las especificaciones de consumo y prestaciones, de difícil modificación.

Estas condiciones de diseño garantizan que la instalación es la más apropiada a cada situación particular, si bien dificultan en gran medida la posibilidad de introducir modificaciones posteriores para incrementar su eficiencia. Esto no implica la ausencia de continuos progresos en equipos y métodos de trabajo; de hecho existen al menos dos circunstancias donde se incorporan:

- A lo largo de la vida de las unidades, los suministradores del equipo conciben algunos avances que pueden acoplarse sin gran dificultad a los equipos originales, pero suelen estar orientadas hacia factores tales como: mejora del mantenimiento, mayores intervalos entre revisiones, sistemas de control más robustos, etc.
- Cuando se produce la ampliación de tamaño, esto se realiza montando un módulo completo, que funciona en paralelo con el más antiguo, aunque pueden compartir algunos accesorios. Por descontado, la nueva instalación reúne los últimos avances en la tecnología, por lo que, la mayoría de veces, proporciona mayor eficiencia que el existente.

La conclusión extraída de las anteriores reflexiones es que una vez implantada la planta de cogeneración, durante su vida útil no suele alterarse los equipos principales, a excepción de ligeros cambios, más relacionados con mantenimiento y conservación que con el aumento de la eficiencia. Esta conclusión se ve reforzada por la opinión del IDEA, dentro de su documento “Plan de Acción 2008-2012”, en el que afirman lo siguiente:

“En lo que se refiere a mejora de la eficiencia energética de las cogeneraciones existentes, dicha eficiencia está ligada a la modernización y/o sustitución de los equipos principales en función de su vida útil. Esta vida útil depende de diversos factores relacionados con la tecnología utilizada y horas de funcionamiento de la instalación. Como dato representativo se puede considerar una durabilidad de 100.000 horas de funcionamiento con la realización de una revisión de tipo ‘overhaul’ a las 60.000 horas, lo que asociado a un funcionamiento medio anual en torno a las 6.200 horas, supone una vida útil en torno a los 16 años”.

➤ **Mantenimiento predictivo en plantas de cogeneración**

Una parte importante de las tareas de mantenimiento de una planta de cogeneración se corresponde con el mantenimiento condicional o predictivo. Es decir, se mide una variable física o química que pueda relacionarse con el estado del equipo (temperatura, vibración, etc.) y si se detecta algo anormal se actúa. Por ello, conviene presentar los tipos de tareas de mantenimiento predictivo que se suelen emplear en este tipo de plantas.

La razón fundamental para este tipo de mantenimiento condicional es que las curvas de probabilidad de fallo frente al tiempo de funcionamiento no se corresponden con las conocidas “curvas de bañera”, en las que se reconocen tres zonas.

1. Zona inicial, de baja fiabilidad, por averías debido a la falta de madurez
2. Zona de fiabilidad estable, o zona de madurez del equipo.
3. Zona final, nuevamente baja la fiabilidad, o zona de envejecimiento.

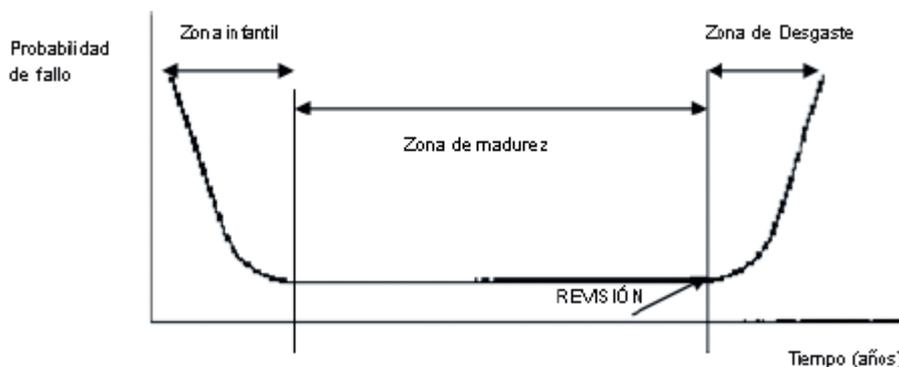


Ilustración 34. Curvas de fiabilidad tipo bañera

En el empleo de estas curvas, en las que se supone un envejecimiento del equipo transcurridos un número de años de su vida útil, para mejorar la fiabilidad de los equipos es necesario realizar una serie de tareas en la zona de envejecimiento para conseguir aumentar la fiabilidad. Pero la estadística ha demostrado, tras estudiar el comportamiento de los equipos en una planta industrial, que el ciclo de vida de la mayoría de ellos no se corresponde únicamente a un tipo de curva de bañera, sino que existen seis de ellas.

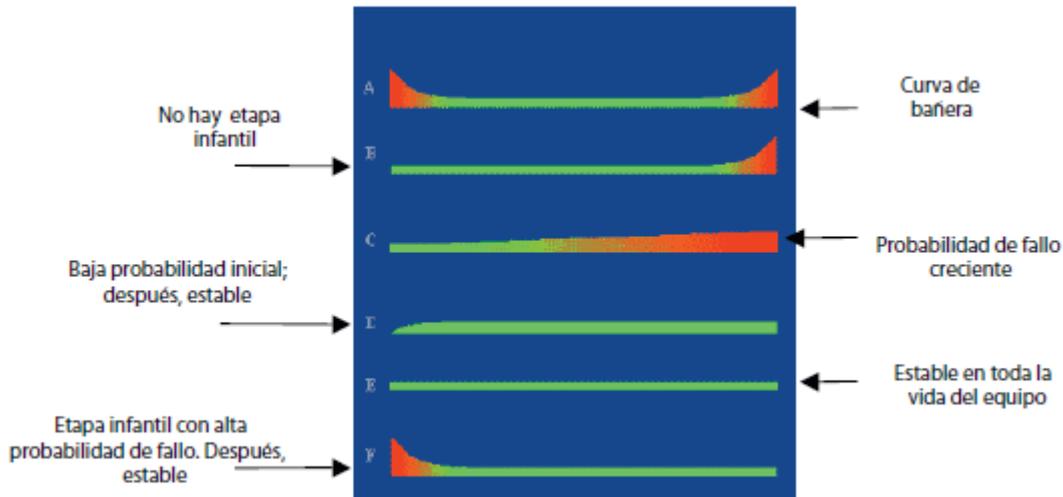


Ilustración 35. Tipos de curvas de probabilidad de fallo

La mayoría de los equipos complejos dejan a un lado el comportamiento de la curva A, presentando curvas que siguen el modelo E, con una probabilidad de fallo constante a lo largo de su vida, o el modelo F, en el que tras una etapa inicial con una probabilidad de fallo mayor, esta se estabiliza y se mantiene constante. En estos casos se hace difícil identificar el momento en el que realizar una revisión sistemática del equipo, con la sustitución de determinadas piezas, ante la imposibilidad de no poder determinar cuál es el momento adecuado para ello, e incluso puede ser contraproducente, con el modelo de curva F, pues se estaría introduciendo mayor probabilidad de fallo infantil al sustituir ciertas piezas.

Por todo ello, en muchas plantas industriales y entre ellas las de cogeneración es conveniente abandonar la idea de un mantenimiento sistemático para una buena parte de los equipos que las componen, y recurrir a las diversas técnicas de mantenimiento condicional o predictivo.

El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación. A tal efecto, se definen y gestionan valores mínimos de pre-alarma y máximos de actuación de todos aquellos parámetros que se acuerda medir y gestionar. Dentro de las técnicas que se pueden emplear para llevar a cabo un mantenimiento condicional encontramos las siguientes:

➤ Inspecciones visuales y lectura de indicadores

Las inspecciones visuales consisten en la observación del equipo tratando de identificar posibles problemas detectables a simple vista. Los problemas habituales suelen ser: ruidos anormales, vibraciones extrañas y fugas de aire, agua o aceite, comprobación del estado de pintura y observación de signos de corrosión.

La lectura de indicadores consiste en la anotación de los diferentes parámetros que se miden en continuo en los equipos, para compararlos con su rango normal. Fuera de ese rango normal, el equipo tiene un fallo que se debe solucionar.

Este tipo de actuaciones es conveniente realizarlas a diario, e incluso varias veces al día, debido a su sencillez y economía, de manera que abarquen al mayor número de equipos

posible. Suele llevarlas a cabo el personal de operación, lo que además les permite conocer de forma continua el estado de la planta. Son además la base de la implantación del Mantenimiento Productivo Total o TPM.

➤ Inspecciones boroscópicas

Las inspecciones boroscópicas son inspecciones visuales en lugares inaccesibles para el ojo humano con la ayuda de un equipo óptico, el boroscopio. Este instrumento es un dispositivo largo y delgado en forma de varilla flexible. En su interior hay un sistema telescópico con numerosas lentes, que aportan una gran definición a la imagen, además de contar con una poderosa fuente de luz.

En las plantas de cogeneración, esta técnica se aplica para realizar inspecciones de turbina de gas, de vapor y caldera, principalmente. De este modo se puede conocer el estado de la cámara de combustión, quemadores y álabes, en la turbina de gas; el estado de los álabes, en la de vapor; y el estado del tren alternativo, la culata, el cigüeñal o los cojinetes, en el motor de gas.

➤ Análisis de vibraciones

Esta técnica del mantenimiento predictivo se basa en la detección de fallos en equipos rotativos principalmente, a través del estudio de los niveles de vibración. El objetivo final es conseguir una representación del espectro de las vibraciones de un equipo en funcionamiento para su posterior análisis.

Para poder obtener conclusiones representativas, se necesita conocer determinados datos de la máquina como son el tipo de cojinetes, de correas, números de álabes o de palas, etc., y elegir los puntos adecuados de medida.

Existen dos tipos de técnicas diferentes:

- Medición de la amplitud de la vibración: da un valor global del desplazamiento o velocidad de la vibración. Cuando la vibración sobrepasa el valor preestablecido el equipo debe ser revisado. Únicamente informa de que hay un problema en el equipo, sin poderse determinar con esta técnica dónde está exactamente el mismo.
- Analizar el espectro de vibración: la vibración se descompone según su frecuencia. Analizando el nivel de vibración en cada una de las frecuencias se puede determinar la causa de la anomalía.

Los puntos típicos de medición de las vibraciones son: los descansos, donde la máquina se poya; y en los puntos de unión con la bancada o cimentación. Es importante realizar la medida en los tres ejes espaciales.

La norma ISO 2372 nos proporciona una guía de referencia para distinguir entre lo que puede entenderse como un funcionamiento normal o admisible de la máquina y un nivel de alerta.

Los fallos que se pueden detectar con el análisis de las vibraciones en las máquinas son: desequilibrios, ejes curvados, desalineamiento de ejes, problemas electromagnéticos, problemas de sujeción a bancada, holguras excesivas, mal estado de rodamientos y cojinetes, torbellinos de aceite o resonancia.

➤ Análisis de aceites

El análisis de aceites de lubricación, que puede aplicarse a transformadores y equipos rotativos, suministra numerosa información utilizable para diagnosticar el desgaste interno del equipo y el estado del lubricante. Dentro de una planta de cogeneración los equipos que son susceptibles de aplicarles este análisis son:

- Motor alternativo
- Turbina de gas
- Turbina de vapor
- Reductores o multiplicadores de las turbinas o motor
- Alternador
- Transformadores principal, de servicio y auxiliar
- Bombas de alimentación
- Bombas del circuito de refrigeración
- Reductores de ventiladores

El estado del equipo se determina estableciendo el grado de contaminación del aceite debido a la presencia de partículas de desgaste o sustancias ajenas a este. Esto se consigue comprobando la degradación que ha sufrido el aceite, es decir, la pérdida de capacidad de lubricar causada por una variación de sus propiedades físicas y químicas y sobre todo, las de sus aditivos.

La contaminación del aceite se puede determinar cuantificando en una muestra del lubricante, el contenido de partículas metálicas, agua, materias carbonosas y partículas insolubles. La degradación se evalúa midiendo la viscosidad, la detergencia, la acidez y la constante eléctrica de la muestra de lubricante. Se debe tener en cuenta que la contaminación y la degradación no son fenómenos independientes, ya que la contaminación es causante de la degradación, y esta última puede resultar en un aumento de la contaminación.

➤ Termografía infrarroja

La termografía infrarroja es la técnica de producir una imagen visible a partir de radiación infrarroja invisible para el ojo humano emitida por objetos según su temperatura superficial. Las imágenes que se obtienen son los termogramas, con colores que reflejan la distribución de temperaturas del cuerpo analizado.

La termografía permite detectar, sin contacto físico con el elemento analizado, cualquier falla que se manifieste en un cambio de temperatura, midiendo los niveles de radiación dentro del espectro infrarrojo. En general, un fallo electromecánico antes de producirse se manifiesta generando e intercambiando calor. Este calor se suele traducir en una elevación de la temperatura. Esto permite identificar fallos que comienzan a gestarse, con la posibilidad de repararlo antes de que produzca efectos adversos mayores.

4.2.3. Redes de distribución de calor y frío

Los sistemas centralizados para la climatización (producción de calor y/o frío), basados en redes de distrito, son básicamente un sistema de tuberías que permite conectar múltiples fuentes energéticas a múltiples puntos de consumo de energía. En todo el mundo, el principal motor del negocio de las redes de distrito es el uso de la energía térmica residual que, si no se aprovechara, se malgastaría. Especialmente, las redes de distrito permiten la utilización eficiente de la energía térmica de las centrales de cogeneración, y muy especialmente, el aprovechamiento de recursos energéticos como: el calor residual de procesos industriales, fuentes naturales geotérmicas, valorización energética de los residuos sólidos urbanos y el aprovechamiento de las fuentes renovables que son más fáciles de integrar en sistemas centralizados, como la biomasa o la energía solar.

La seguridad energética puede aumentar si se utilizan una o más de estas cinco fuentes de energía a través de redes de distrito. La fiabilidad y la flexibilidad del suministro de combustible se mejoran aumentando el uso de combustibles locales, como la biomasa o los residuos. Con las plantas de cogeneración se reduce la demanda de electricidad al suministrar calefacción o refrigeración mediante los sistemas de las redes de distrito y, además, la fiabilidad de la red eléctrica se refuerza al generar la energía más cerca de los centros de población.



Ilustración 36. Esquema de red de distribución de frío y calor

Así pues, las redes de distrito para la distribución de calor y/o frío son un entramado de tuberías aisladas mediante el cual se distribuye energía térmica desde una central de generación hasta un conjunto de consumidores. Por lo tanto, los elementos principales son:

- La central de generación térmica
- La red de tuberías de distribución
- Las subestaciones de conexión con los consumidores

Las redes de distrito son una alternativa energéticamente eficiente para contribuir a la reducción global de emisiones de CO₂. Si se analiza el sistema energético global, a partir de los datos de estadísticas energéticas, se podrá detectar que las redes de distrito ofrecen una gran oportunidad de aprovechamiento de calor residual, sin embargo, por otro lado, la concepción centralizada de estos sistemas permite implantar mejor las tecnologías que supondrán un ahorro energético relevante, como son: cogeneración, calor residual de valorización de residuos sólidos urbanos o de procesos industriales y aprovechamiento de fuentes renovables: biomasa, geotermia o solar.

Las ventajas que ofrece esta tecnología desde el punto de vista de ahorro energético y reducción de emisiones de CO₂ son las siguientes [24]:

Mejora de la eficiencia por centralización de las instalaciones

El hecho de centralizar las instalaciones energéticas permite que la eficiencia de transformación de los equipos sea superior. A pesar de que existen unas pérdidas de distribución del calor y del frío, el sistema global es más eficiente.

La figura adjunta muestra un ejemplo de una vivienda con una demanda media de energía final. Se plantean cuáles son las pérdidas energéticas en los diferentes procesos de transformación, según si tiene las instalaciones individuales o conectadas a una red de distrito. La situación convencional de la instalación individual sería poner una caldera de gas y un aparato de aire acondicionado eléctrico. Las instalaciones centralizadas comparadas serían de la misma tecnología pero con un rendimiento superior a causa de una dimensión y una capacidad de inversión mayores. El ahorro en el ejemplo es de un 14%.

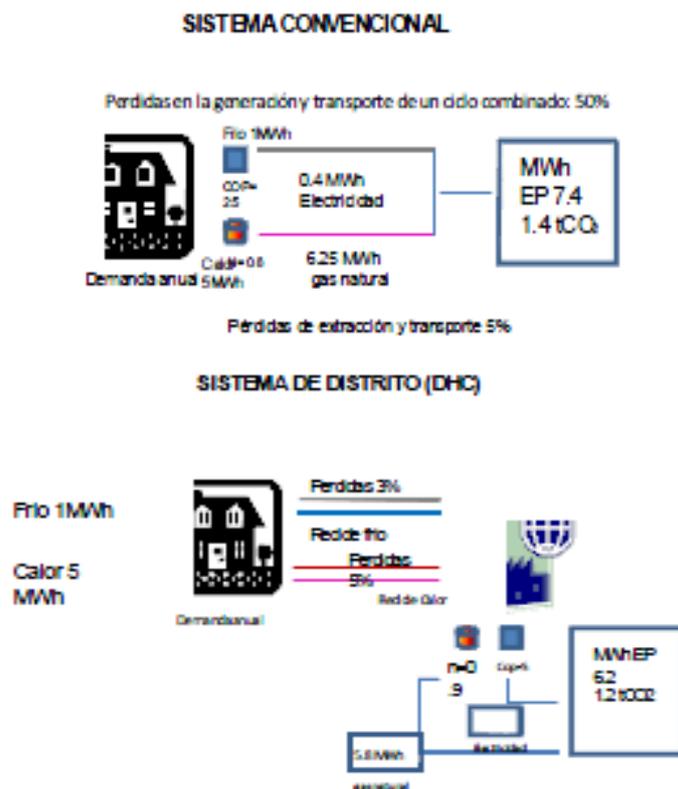


Ilustración 37. Comparación de un sistema convencional de abastecimiento y una red de distrito [24]

Mejora de la eficiencia por uso de la cogeneración

Si además de centralizar la generación con un *district heating* se añaden las ventajas de la cogeneración, se puede llegar a un 25% de ahorro energético.

La eficiencia energética de los sistemas de cogeneración es más elevada que si se produce por separado electricidad y calor. Como ejemplo se puede ver que, para cubrir una determinada cantidad de demanda de electricidad y calor, en el caso de cogeneración, el consumo de energía primaria, se puede ver reducido en un 25%. La eficiencia global de los sistemas de cogeneración puede llegar hasta el 90%.

De este modo, la cogeneración se ha convertido en el tipo de fuente de calor más común empleado en las redes de distrito en todo el mundo.

Aprovechamiento de calor residual de incineración o procesos industriales

El calor residual de las plantas de valorización de residuos se disipa en el ambiente, habitualmente después de un proceso de producción de electricidad. El aprovechamiento de este calor mediante sistemas de redes de distrito representa un 100% de ahorro de energía primaria ya que, de otro modo, se desestimaría. En estos casos, debe tenerse en cuenta la electricidad que dejan de generar estas centrales y el consumo de la red de distrito misma.

Lo mismo sucede en muchos procesos industriales en los que, tras el proceso productivo, se genera calor a una temperatura que ya no es útil para el proceso, pero que puede aprovecharse para producir calefacción, refrigeración o agua caliente sanitaria. Un

factor crucial es la temperatura a la que se realiza el proceso industrial: cuanto más alta sea la temperatura del calor residual, más calidad tiene la energía disponible y más potencial existe de recuperar el calor.

El aprovechamiento del calor de la valorización de residuos es la segunda fuente más utilizada después de la cogeneración.

Aprovechamiento de fuentes renovables

Como en el caso del aprovechamiento de calores residuales, las energías renovables tienen un impacto nulo en el cómputo de emisiones de CO₂. Sólo hay que considerar en cada caso los autoconsumos eléctricos para operar las centrales energéticas o bien para transportar los fluidos. Según la tecnología, este valor podrá variar entre un 5% y un 15% de la potencia instalada.

Otra ventaja de las energías renovables, así como del calor residual, es la disponibilidad local de la fuente energética. Por lo tanto, se reduce también el impacto energético asociado al transporte de combustibles y de electricidad.

Aprovechamiento de agua de mar o de río

En caso de que la red, y su central de producción, estén emplazados cerca de un río importante o del mar, puede considerarse la utilización de esta agua para refrigerar las máquinas enfriadoras. A continuación se resumen las ventajas principales:

- Mejor eficiencia anual. La temperatura inferior de los mares y de los ríos permite mejorar el rendimiento medio anual de producción de frío, especialmente si las máquinas disponen de variador de velocidad.
- No hay consumo neto de agua ya que esta se devuelve al medio de origen. Si en invierno la temperatura del agua es suficientemente baja, puede utilizarse para enfriar el agua de la red, sin consumir agua en las máquinas.
- Se elimina el riesgo de legionelosis al no haber torres de refrigeración.
- Si la temperatura del agua utilizada es suficientemente baja, se puede obtener enfriamiento gratuito (*free-cooling*) de la red de frío.

Existen instalaciones de este tipo en Barcelona, con agua de mar (Districlima); en Zaragoza, con agua de río (Districlima Zaragoza); y en Mataró, con agua freática (Tub verd de Mataró).

El resto de ventajas y formas de aplicar esta tecnología se pueden consultar en la “*Guía Básica de Redes de Calor y Frío*”, del Instituto Catalán de la Energía de la Generalitat de Catalunya, donde además de describir las redes de distribución se esquematiza el proceso a seguir para desarrollar este tipo de proyectos y las barreras y soluciones que se pueden encontrar en el desarrollo de los mismos.

4.2.4. Mejoras horizontales de la Energía Térmica

Centrando la atención en la energía térmica de los procesos, se presentan a continuación una serie de mejoras en las instalaciones que consiguen aumentar el rendimiento de las plantas y conllevan un ahorro de energía. Todas ellas forman parte del documento de *Mejoras Horizontales de la Energía Térmica*, de la Comunidad de Castilla y León [22].

1. Recuperación de gases de combustión

Una vez que los gases de combustión han cumplido su misión principal, por ejemplo la evaporación del agua en una caldera de vapor, conservan una carga térmica muy importante. Es por eso que ese calor de los humos se aprovecha para otras acciones que consiguen incrementar el rendimiento del equipo en cuestión.

Estas acciones son principalmente el precalentamiento del agua de aporte a las calderas, la generación de vapor y el calentamiento del aire de combustión. Al ceder su calor, la temperatura de los humos disminuye. Realizando una aproximación podría estimarse que una reducción en la temperatura de los humos de 20 °C conlleva un incremento del rendimiento del 1%. Por esta razón, cabe pensar en reducir la temperatura de los humos al máximo. El punto de rocío ácido (en los combustibles que contengan azufre) y el de rocío húmedo marcarán el límite en la disminución de la temperatura de los humos.

Para realizar la transferencia de calor desde los humos hasta el fluido se emplean diversos equipos, que se desarrollan a continuación.

- Economizadores

Son unos equipos intercambiadores de calor gas-líquido cuya misión principal es elevar la temperatura del agua de alimentación a costa de absorber calor de los humos. Existe un límite del descenso de la temperatura de los humos para evitar alcanzar el punto de rocío ácido.

Pueden ser vaporizadores o no vaporizadores en función de que el agua pueda alcanzar o no su temperatura de saturación. Pueden disponerse en serie con la caldera o en by-pass.

- Economizadores a condensación

El empleo de combustibles limpios de azufre como el gas natural permite la disminución de la temperatura de los humos por debajo del punto de rocío ácido.

En los economizadores a condensación se intenta provocar en el interior del equipo la condensación de una parte del vapor de agua para aumentar el rendimiento. Se recupera así el calor latente de vaporización del agua condensada. Los economizadores a condensación se han concebido con objeto de recuperar la mayor cantidad de energía posible de los gases que, procedentes de la combustión de combustibles "limpios", salen de calderas, hornos o secaderos.

Su principio es simple. Básicamente, consiste en condensar parte del vapor de agua que se forma en la combustión. Para ello es preciso que el agua a calentar tenga una temperatura inferior a la de rocío húmedo de los gases producidos en la combustión, de tal forma que las superficies de intercambio de calor entre los gases y esta agua estén a temperaturas que permitan la condensación. Al condensarse el vapor de agua de los gases, cede calor al agua del interior de los tubos, que por tanto, se calienta.

- Calderas de recuperación

Las calderas de recuperación reciben los gases de escape de una combustión y aprovechan el calor de éstos para generar vapor. Las calderas de recuperación se proyectan para que la mayor parte del calor transferido sea por convección. Por otro lado, teniendo en cuenta que el calor transmitido por convección es tanto mayor cuanto más íntimo sea el contacto de los gases con las paredes del tubo, las calderas de recuperación se diseñan para obtener este contacto. Para ello hay que dar a los gases la suficiente velocidad para establecer el régimen turbulento.

Entre las razones por las cuales es interesante la utilización de calderas de recuperación se encuentran:

- El proceso de intercambio de calor en calderas de recuperación es uno de los de más alto rendimiento.
- Las calderas de recuperación exigen una inversión menor que otros sistemas de recuperación de calor.
- El control en las calderas de recuperación se realiza fácilmente en base a la demanda y presión del vapor.

Las desventajas más notables de este tipo de equipos son:

- Al utilizar agua/vapor como fluido portador de calor se exige una gran calidad del agua de alimentación.
- En general, no es posible hacer descender suficientemente la temperatura de los gases; en consecuencia se requiere de un sistema adicional para recuperar ese último calor sensible en gases.

Es posible utilizar sobrecalentadores en calderas de recuperación. En las pirotubulares están situados en las cámaras de entrada a la caldera. Para gases a temperatura inferior a 700° C se colocan los sobrecalentadores directamente por encima del flujo de gases; por encima de 700° C conviene que los sobrecalentadores estén preparados para resistir la radiación; es decir, la velocidad del vapor debe ser suficiente para refrigerar los tubos.

Con un diseño correcto para resistir la radiación, el sobrecalentador puede llegar a funcionar con temperaturas de gases de hasta 1.100-1.200° C.

En las calderas acuotubulares es posible colocar el sobrecalentador en los haces de tubos de convección, de forma que no se produzcan problemas de sobrecalentamiento de los tubos debido a la radiación.

- Calentadores de aire

Los calentadores de aire recuperan parte del calor de los humos para precalentar el aire de combustión por medio de un intercambiador de calor gas-gas.

Cuando se utilizan calentadores de aire se producen los siguientes efectos: se reducen las pérdidas de calor en los gases de combustión, aproximadamente por cada 20 °C de reducción de la temperatura de dichos gases se obtiene un 1% de ahorro de combustible, se aumenta la temperatura de la llama en la zona de combustión y se reducen los excesos de aire.

- Sistemas bi-transfer

En los esquemas de intercambio de calor líquido-líquido, líquido-gas y gas-gas, éste último es el más desfavorable en cuanto a la transmisión de calor se refiere.

Los sistemas bi-transfer se componen de un circuito para un fluido térmico y dos intercambiadores de calor fluido - gas. El sistema bi-transfer es especialmente útil cuando se trata de realizar un intercambio de calor entre dos gases, como es el caso del precalentamiento del aire de combustión por medio de los gases de escape: En el primer intercambiador los gases de la combustión calentarían el fluido térmico y este calor del fluido sería transferido al aire en el segundo intercambiador. Por lo tanto se tienen dos intercambios líquido-gas, mucho más eficientes que el intercambio directo gas-gas.

Los fluidos térmicos empleados habitualmente son el agua y aceites térmicos. El agua no se emplea por encima de los 200 °C, debido a las elevadas presiones que impone.

- Limpieza de superficies

En la combustión de combustibles sólidos, líquidos o de gases "no limpios", se producen habitualmente inquemados sólidos, partículas no totalmente quemadas que se conocen con el nombre de hollines.

Estas partículas se depositan sobre las superficies de intercambio de calor, produciendo efectos nocivos, como son: su actuación de aislante en la transmisión de calor, reduciendo así la eficiencia de los equipos; y la formación de "costras" que se pegan a las superficies y que, normalmente, se impregnan de ácido sulfúrico (cuando el combustible contiene azufre), favoreciendo la corrosión de las superficies metálicas.

Para un buen funcionamiento de los equipos es fundamental proceder periódicamente a la limpieza de las superficies de intercambio, eliminando los hollines que sobre ellas se depositan.

2. Recuperación de condensados

Los condensados del vapor y el agua caliente tienen una gran cantidad de energía térmica que se puede recuperar. El calor se recupera bien por métodos directos o por métodos indirectos.

En los métodos directos se trata de aprovechar el calor del condensado, bien almacenándolo a una presión superior a la correspondiente a la temperatura de saturación o bien inyectándolo directamente a la caldera. Lo normal es que la presión del condensado sea inferior a la de la caldera por lo que habrá que utilizar bombas.

Empleando los métodos indirectos se transfiere el calor del condensado o del agua caliente a otro fluido por medio de intercambiadores de calor. Este método suele emplearse cuando los condensados o el agua caliente tienen un grado de contaminación tal que hacen imposible su recuperación directa. También es el caso en el que se quiera recuperar el calor del condensado o del agua caliente para calentar otro fluido.

En los casos en los que el agua esté muy contaminada se emplean intercambiadores especiales ya que la contaminación puede adherirse al interior de los tubos actuando como aislante. Estos intercambiadores son fácilmente desmontables para su limpieza.

3. Aislamiento

Durante el transporte, almacenamiento o intercambio de calor de un fluido caloportador, éste pierde parte de ese calor por la transmisión directa al aire a través de las paredes de calderas u hornos, a través de las paredes de tuberías por las que son transportados y a través de las paredes de los depósitos en que son almacenados.

Las pérdidas de calor en otros equipos podrán resolverse como combinación entre elementos cilíndricos y planos. Los aislantes se emplean para evitar, en gran medida, las pérdidas de calor que se produce en los distintos puntos de una instalación.

Los elementos que son susceptibles de aplicarles el aislamiento son:

- Tuberías
- Accesorios
- Superficies de depósitos abiertos
- Equipos de recuperación de calor de gases
- Calderas

Los materiales más comunes que se utilizan como aislantes atendiendo a la forma que tienen de transferir el calor son:

- Aislantes en masa: Estos aislantes contienen pequeñas bolsas de aire en su interior que, debido a su baja conductividad térmica, presentan una gran oposición al paso de calor por conducción. Estas bolsas, a su vez, son lo suficientemente pequeñas como para evitar que se formen corrientes de aire que favorecerían la transferencia de calor por convección.

- Aislantes reflectantes: Una de sus características principales es la alta reflexividad de estos aislantes, por lo que reflejan la mayoría del calor que reciben por radiación, y su baja emisividad permite que la emisión de calor por parte de estos aislantes debido a la temperatura alcanzada sea despreciable.

Otra clasificación se hace en base a la temperatura a la que van a ser utilizados:

- Aislantes en masa para alta temperatura: Se consideran aislantes de alta temperatura los que realizan su trabajo a temperaturas superiores a 100 °C. Se emplean para aislar calderas, redes de vapor, redes de agua caliente, etc. Por encima de 1.250 °C (hogares de calderas, hornos, secaderos...) se emplean materiales refractarios para realizar el aislamiento.
- Aislantes en masa para baja temperatura: Son los aislantes empleados en construcción para controlar las condiciones ambientales de edificios y economizar combustibles. Se utilizan desde temperaturas negativas hasta a veces 100° C. El problema de estos aislantes radica es la humedad que se produce como consecuencia de la condensación o por la penetración del vapor de agua en la masa del aislante. Por lo tanto, para que un aislante sea efectivo a baja temperatura necesitará una protección contra la penetración del vapor de agua. Esta protección se denomina barrera de vapor.

4. Calefacción de naves e instalaciones industriales

El efecto de calefacción de una nave o edificio industrial se consigue principalmente de dos maneras:

- Empleando aerotermos:

Los aerotermos son una serie de ventiladores que obligan a pasar al aire a través de una batería que transporta vapor o agua caliente por dentro de unos tubos. De esta manera, el aire se calienta absorbiendo parte del calor que tiene el fluido que circula por los tubos.

- Empleando paneles radiantes:

Los paneles radiantes son unos tubos que transportan agua caliente o vapor. Debido a la temperatura que alcanzan los tubos, emiten calor por radiación. La radiación emitida hacia abajo va directamente a la nave mientras que la emitida hacia arriba se concentra en un panel que emitirá nuevamente hacia la nave ese calor recogido.

Con cualquiera de estos dos métodos se consigue el calentamiento del aire de la nave que por diferencia de presiones tiende a establecerse siempre en la parte superior y se produce una estratificación de la temperatura. Habrá que intentar conseguir la mayor homogeneización para que el perfil de temperaturas sea lo menos variable posible. Las mejoras de la eficiencia energética de estos sistemas radica en el aprovechamiento de calores residuales y otras fuentes que se muestran a continuación.

- Calefacción de naves aprovechando calores residuales diferentes del aire de edificio

Es posible realizar este tipo de calefacción mediante intercambiadores de calor, utilizando fuentes como aguas o gases calientes que alimenten los intercambiadores; o bien mediante bombas de calor, que siguen el mismo principio que las máquinas frigoríficas pero invirtiendo el ciclo, es decir, enfrían el aire exterior y calientan el interior.

- Calefacción de naves aprovechando el calor del aire del edificio

Existen dos formas de utilizar el propio calor del edificio para emplearlo en su calefacción:

Métodos indirectos: se emplea el calor del aire viciado de la nave para calentar el aire nuevo en una renovación del mismo. Los equipos que se pueden utilizar son: regeneradores rotativos, sistemas bi-transfer, intercambiadores estático aire-aire, tubos térmicos aire-aire o bombas de calor.

Métodos directos: con estos se consigue homogeneizar el aire de la nave. Las actuaciones que se pueden llevar cabo consisten en acoplar un tubo de aspiración al aerotermo para que tome aire de la parte superior donde la temperatura es más elevada, con lo que disminuirá la cantidad de calor a aportar al aerotermo; o bien, colocar a una altura adecuada, según el tipo de edificio, ventiladores que vayan provistos de tubos verticales para obligar al aire a que descienda hasta el nivel del suelo, con lo que se disminuye también el aporte calorífico al aerotermo.

- Renovación del aire del edificio

Si la calefacción de la nave se realiza sin ningún tipo de acondicionamiento de aire es preciso renovar el aire viciado del interior por otro nuevo del exterior. Esta renovación del aire supone una pérdida de calor. Se encuentran dos posibles puntos de ahorro energético en la renovación del aire. El primero de ellos es ajustar el número de renovaciones del aire para evitar unas pérdidas excesivas; y segundo, recuperar el calor del aire evacuado empleando el método indirecto anterior.

- Aislamiento

El aislamiento térmico de naves y edificios industriales se realiza siguiendo las normas generales de aislamiento de superficies planas en baja temperatura. El aislamiento se aplicará en cubiertas, cerramientos y tal vez en soleras.

4.2.5. Mejoras horizontales de la Energía Eléctrica

Para conseguir un ahorro energético dentro del sector industrial también se debe centrar la atención en la energía eléctrica que se consume, e intentar adoptar las tecnologías y sistemas más eficaces que consigan un ahorro eléctrico. En este apartado se muestran de forma resumida las tecnologías a las que se pueden aplicar medidas de mejora de sus rendimientos [25] [26].

1. Instalaciones de frío industrial

La producción de frío se realiza de forma totalmente autónoma mediante máquinas frigoríficas sofisticadas, siendo el único problema a salvar el encontrar una fuente de energía eléctrica o mecánica que accione todo el sistema.

Existen diferentes posibilidades para ahorrar energía en los diferentes equipos y componentes de las instalaciones de refrigeración, así como sistemas de producción de frío alternativos.

Las medidas de ahorro que se consideran son:

- Economizadores para el refrigerante
 - Intercambiador aspiración líquido: teóricamente aumenta el rendimiento del ciclo frigorífico gracias al sobrecalentamiento que se produce. Permite apurar el grado de recalentamiento en el evaporador sin miedo a retornar líquido al compresor, ya que se evaporaría en el intercambiador. En realidad, con este sistema se obtiene una temperatura de descarga del compresor excesiva que es peligrosa para el aceite y para el compresor. El mayor volumen específico del vapor aspirado hace disminuir la potencia del compresor.
 - Subenfriamiento abierto del líquido: Consiste en evaporar una pequeña parte del líquido en el recipiente del líquido y a través de un restrictor es aspirado por el compresor en una etapa intermedia de presión. Mejora el rendimiento termodinámico sin aumentar el recalentamiento de la aspiración, ya que en la etapa intermedia se refrigera el vapor precomprimido, mejora el desplazamiento másico de la segunda etapa al reducir el volumen específico de la mezcla.
 - Subenfriamiento cerrado del líquido: Es similar al caso anterior pero utilizando un evaporador (intercambiador cerrado) para enfriar el líquido previamente a su inyección. Es en todo similar al caso anterior, pero sin perder presión el líquido, siendo más indicado para expansión seca o con conducciones largas.
 - Desescarchado por gases calientes: Utilizado en general en grandes instalaciones de conservación de congelados, normalmente de potencia elevada, con múltiples evaporadores y en general con una central frigorífica común, puede compensar la complejidad de un desescarche por gases calientes frente a un ahorro de energía no desdeñable, sobre todo si puede reducir la potencia contratada.

- Economizadores para el aire

En el caso en el que se necesite ventilar un espacio ocupado por personas o productos almacenados, el aire nuevo reemplaza a un volumen igual extraído. Si existe una diferencia apreciable de temperaturas entre ambos flujos y el entrante debe acercarse previamente en temperatura al saliente, podemos pensar en recuperar el calor extraído por varios sistemas.

- Baterías intercambiadoras: dos baterías con agua (glicolada si existe riesgo de congelación) en circuito cerrado, pueden resolver la situación con un rendimiento cercano al 50% de forma sencilla, compacta y económica. Es ideal para canalizaciones muy separadas.
- Tubos evaporadores: se trata de una batería partida horizontalmente, donde la parte superior infiere en el flujo de aire saliente y el inferior en el entrante (o viceversa). Los tubos estarían dispuestos verticalmente, contendrían un fluido refrigerante en un relleno capilar, que permitiría su condensación en la zona más fría y su evaporación en la más caliente. No están muy extendidos por su complejidad.
- Intercambiador de placas: cada placa separa el aire entrante del aire saliente intercambiando calor. Se puede conseguir un rendimiento del orden del 65% y es muy indicado para temperaturas extremas y ambientes agresivos por su construcción en aluminio o acero inoxidable.
- Intercambiadores de tambor: Se trata de un tambor cilíndrico y giratorio, dividido por múltiples tabiques radicales. Por un semicilindro circula el aire entrante y a contra corriente el saliente por la otra mitad. El calor cedido (a veces también la humedad) a los tabiques por un fluido, es tomado por el otro. Su rendimiento puede ser del 70%, pero su mantenimiento y volumen lo restringen a utilizaciones muy especiales.

- Economizadores para el agua y líquidos

Es el caso más industrial, más antiguo y, por tanto, el más conocido.

- Intercambiadores de calor líquido-líquido: Es la utilización obvia para flujos de agua o líquidos utilizados en procesos generalmente dentro de la industria química y alimentaria. En la industria alimentaria son especialmente importantes los llamados “de placas” por su peculiar característica de ser accesibles para su limpieza por ambos circuitos. Actualmente están muy extendidos en otras utilizaciones por su carácter compacto y económico en los de gran serie. No obstante, donde no sea indispensable la limpieza mecánica por ambos circuitos, presentan indudables ventajas de mantenimiento y construcción los de tipo multitubular.
- Intercambiadores de calor líquido-aire: Cuando un fluido es líquido y el otro gas, las baterías o tubos aleteados pueden ser la solución para realizar el intercambio deseado de calor.

2. Redes de aire comprimido

El aire comprimido se obtiene de los compresores de aire. Dado que el rendimiento mecánico de estos es bajo, habrá que tratar que el compresor trabaje en perfectas condiciones para obtener una alta eficiencia del sistema. Hay que tener en cuenta que por tratarse de un fluido en movimiento, cualquier tipo de resistencia a su paso genera unas pérdidas de energía que se disipan en forma de calor. Para evitar este tipo de situaciones hay que realizar una serie de operaciones que se resumen en:

- Reducir las pérdidas en la aspiración. Para ello hay que elegir convenientemente el filtro, diámetro de tubería de aspiración y longitud de la misma.
- Comprobar la refrigeración. Para un buen rendimiento, el calor producido debe eliminarse tan rápidamente como se produzca. En consecuencia, todo el sistema de refrigeración debe mantenerse en buen estado.
- Comprobar que no existan pérdidas en el accionamiento mecánico. Si el accionamiento es por correas comprobar la tensión y el estado de las mismas.
- Lubricar adecuadamente.
- Comprobar las válvulas de entrada y de salida.
- Mantener la tubería de descarga en buenas condiciones.
- Eliminar tiempos muertos.
- Añadir capacidad de compresión al compresor, caso de ser necesario, de acuerdo a sus curvas características.
- Seguir las normas de mantenimiento preventivo dadas por el fabricante.

Las principales medidas para conseguir un uso más eficiente de las redes aire comprimido son:

- Enfriar la toma de aire de los compresores
- Eliminar las fugas de aire comprimido
- Recuperar el calor de refrigeración de compresores
- Mantener la presión mínima en la red de aire comprimido
- Sustituir los compresores viejos por otros nuevos con mejor rendimiento
- Evitar que los compresores trabajen en vacío

3. Sistemas de iluminación

La iluminación es, en general, un campo poco conocido pero tiene gran importancia a nivel de consumo energético. Los dispositivos que componen los sistemas de iluminación son las lámparas y las luminarias.

Las lámparas son los elementos encargados de generar la radiación luminosa, y pueden ser de termorradiación o de descarga. Por otro lado, las luminarias se encargan de

distribuir, filtrar o transformar la luz emitida por las lámparas, y cuentan con todos los accesorios necesarios para la sujeción de la lámpara así como para protegerla y conectarla al circuito eléctrico.

El mantenimiento del sistema de iluminación es de gran importancia para el buen funcionamiento del mismo. Si las lámparas y las luminarias están sucias disminuye la emisión de luz y aumenta la temperatura de las lámparas lo que repercute de manera negativa en el rendimiento luminoso así como en la vida de las mismas.

Las medidas a tomar para que la eficiencia energética sea óptima en el alumbrado dependerán de si la instalación es nueva o si ya están en funcionamiento.

- Instalaciones nuevas

En este caso se deberán llevar a cabo las siguientes medidas:

- A. Elegir el tipo de lámpara adecuado para cada aplicación

Como norma general debe tenerse en cuenta que habitualmente un rendimiento de color alto implica un rendimiento luminoso más bajo, por lo que, como primera medida, debe fijarse la "calidad" del alumbrado.

- B. Fijar el nivel de iluminación adecuado a la actividad

En alumbrado de interiores las lámparas fluorescentes pueden cubrir casi todas las necesidades, obteniendo unos índices de aprovechamiento energético muy altos. En este tipo de lámparas se seleccionarán siempre las de 26 mm de diámetro y si el número de horas de funcionamiento lo justifica, las de reactancias de alta frecuencia. Debe tenerse en cuenta que las lámparas compactas han sido diseñadas para sustituir al alumbrado incandescente, en instalaciones nuevas su costo es más caro y obtienen, en general, un aprovechamiento energético menor.

- C. Selección de las luminarias más adecuadas

Para la selección de las luminarias más adecuadas al tipo de lámparas y a los lugares donde se vayan a instalar, se tienen en cuenta factores como: suciedad del lugar, temperaturas del mismo, altura de la instalación o las necesidades de controlar el deslumbramiento.

- D. Utilizar colores claros y materiales con factor de reflexión alto en los parámetros interiores

Esto favorece un mejor aprovechamiento de la instalación.

- Instalaciones en funcionamiento

A. Sustituir las luminarias

Sobre todo aquellas que tenga la óptica muy deteriorada o aquellas que no se adapten convenientemente a las características de los locales.

B. Ajustar los niveles de iluminación

Las necesidades luminosas se deben elegir en función del tipo de actividad que se va a desarrollar en el local donde están instaladas, y se debe revisar en caso de cambios en la empresa o modificaciones dentro de la misma.

C. Sustituir las lámparas de bajo rendimiento luminoso, por otras de mayor eficiencia

Antes de proceder a esta sustitución debe considerarse el régimen de funcionamiento de las mismas, número de horas, encendidos y apagados, etc., para poder evaluar el periodo de amortización de esta sustitución.

D. Emplear un número de interruptores adecuado

El hecho de tener un número de interruptores adecuado evita el consumo innecesario de energía eléctrica ya que puede darse el caso de que se esté iluminada toda una estancia y que realmente sólo sea necesaria la iluminación en una parte de la misma.

4. Instalaciones y motores eléctricos

Los equipos susceptibles de ser mejorados desde el punto de vista de la eficiencia energética son los transformadores y los motores eléctricos.

- Transformadores

El transformador es una máquina eléctrica que convierte, en general, una tensión de entrada (primaria) en otra tensión diferente de salida (secundaria), aplicando las leyes de la inducción magnética. En los transformadores, las pérdidas suponen un porcentaje muy bajo de la energía que transforman, pero aun así, deben de tenerse en cuenta.

Las principales medidas a tomar para aumentar la eficiencia energética en el uso de transformadores son:

A. Sustituir los antiguos por otros nuevos

B. Desconectar los transformadores que estén en vacío

C. Acoplar correctamente los transformadores en paralelo, para evitar circulaciones internas de corriente entre los transformadores y desequilibrios en el reparto de cargas.

- Motores eléctricos

Es una máquina que absorbe energía eléctrica de la red y la transforma en energía mecánica. En el proceso de transformación se dan unas pérdidas que se disipan en forma de calor. Un mal rendimiento del motor produce ciertas consecuencias como: alto coste de su funcionamiento, vida media más corta de la máquina y necesidad de elementos de refrigeración para evacuar el calor.

Para poder mejorar la eficiencia en el uso de motores eléctricos se pueden tomar las siguientes actuaciones:

A. Utilización de motores de alto rendimiento

Estudiar la posibilidad de sustituir motores en funcionamiento por otros de mayor eficiencia, los cuales supongan un ahorro en el coste de energía.

B. Utilización de motores síncronos en lugar de asíncronos

En aquellos accionamientos de más de 1.000 kW con elevado número de horas de servicio es conveniente planear la utilización de motores síncronos en vez de asíncronos, por su mejor rendimiento y, aunque sea secundario, por la posibilidad de que generen energía reactiva en adelanto. Es conveniente, sin embargo, que arranquen pocas veces, dadas las dificultades que presenta el motor síncrono para el arranque.

C. Adecuación de los motores a la potencia necesaria

A la hora de seleccionar el tipo de motor necesario se debe tener en cuenta que no es conveniente el uso indiscriminado de los coeficientes de seguridad encadenados, ya que esto da lugar a motores sobredimensionados.

D. Alimentación del motor que arrastra una bomba con caudal variable mediante variadores de frecuencia

Los variadores de frecuencia se piensan para sustituir a otras formas de regulación del caudal, como las válvulas, para conseguir un mayor ajuste a los puntos de diseño de funcionamiento.

E. Alimentar los ventiladores con un variador de velocidad

La instalación de estos variadores supondría una disminución del consumo de los ventiladores.

F. Emplear motores de dos velocidades para variar el caudal de una bomba o ventilador cuando hay dos regímenes de carga

Este tipo de motores son de aplicación cuando los flujos a regular tienen un nivel de caudal a plena carga (100%) y otro nivel de caudal mitad

(50 %). En este caso la inversión es mucho menor que en el caso anterior (variador de frecuencia) pues se limita a un motor de dos velocidades y a un contactor adicional.

5. Circuitos hidráulicos y bombas

En los que se refiere a las bombas, se pueden considerar dos medidas para mejorar la eficiencia energética de los sistemas de bombeo:

A. Ajustar el punto de funcionamiento

Se deben tener en cuentas las condiciones para las que se diseñaron los sistemas de bombeo y las bombas que se encuentran instaladas, ya que estas pueden variar y esto puede producir que las bombas trabajen fuera de su punto de funcionamiento, lo que las hace más ineficientes.

B. Reducir el diámetro del rodete

Si se tornea un rodete de una bomba para reducir su tamaño, se consigue modificar el punto de funcionamiento de la misma, al igual que sus características y por tanto su rendimiento aumenta.



Capítulo V: Proyectos de referencia

En este Capítulo se van a mostrar diferentes proyectos que se han llevado a cabo o que están siendo realizados en diversos países, cuyos objetivos están encaminados a lograr la reducción de las emisiones de CO₂ partiendo de las medidas necesarias que consigan una mejora de la eficiencia energética. Los proyectos que se presentan centran sus objetivos al sector industrial y a las PyMES, así como al empleo de las energías renovables en las instalaciones industriales como fuente de energía limpia.

5.1. Proyectos para el desarrollo sostenible de áreas industriales

5.1.1. Proyecto Enering



El proyecto Enering Life+ tiene como objetivo prioritario difundir las actuaciones de eficiencia energética que se pueden desarrollar tanto en el diseño y construcción de nuevas instalaciones industriales, como las que se pueden acometer para adaptar naves y fábricas ya construidas [9].

El objetivo general del proyecto Enering Life es la demostración de soluciones ambientales racionales y económicamente viables para reducir las emisiones de CO₂ en los parques industriales. Estas soluciones se basan en el diseño de edificios industriales y la adaptación de edificios antiguos, las soluciones pasivas de energía, instalaciones de energías renovables y el uso de la energía residual para cubrir las necesidades de electricidad de las instalaciones comunes del parque industrial y las necesidades de energía de otras industrias situadas en un polígono industrial.

Las actuaciones a realizar en el proyecto Enering contemplan la puesta en marcha de soluciones pasivas de energía, instalaciones de energías renovables y la incorporación de sistemas de aprovechamiento de energía residual para cubrir las necesidades energéticas. Enering no sólo aporta soluciones individuales, sino que propone actuaciones de gestión energética global en los polígonos industriales.

El proyecto Enering es un proyecto demostrativo financiado bajo el programa europeo Life+, en el que se ofrece un ejemplo práctico de la viabilidad de funcionamiento y gestión de naves industriales de cero emisiones o emisiones casi nulas. En este caso se ha optado por centrar la actuación sobre una nave industrial que alberga un proceso de producción y maceración de licores con gran consumo energético y unos requerimientos muy precisos de temperaturas de maceración del producto, situada en el polígono industrial Los Camachos, en el municipio de La Unión en la Región de Murcia. En lo que respecta a la demanda energética, ésta se puede dividir en demanda eléctrica (iluminación, potencia, climatización y acondicionamiento de espacios), necesidades de agua fría y de agua caliente.

Esta planta cumplirá los siguientes objetivos:

- Contribuir a un ahorro significativo en las emisiones de gases de efecto invernadero que se producen en el polígono. La planta suministrará energía limpia que cubrirá todas las necesidades de iluminación y servicios comunes del polígono. El ahorro de energía será de unos 3650 MWh/año.
- Un significativo ahorro económico que varía en función de las tarifas eléctricas.
- Disponer de una planta que demuestre de una manera tangible y con datos concretos las ventajas que la utilización de energías renovables implica.

Para intentar conseguir que esta instalación se acerque al modelo de cero emisiones se ha actuado en todos los consumos energéticos, diseñando una solución que proporcione parte de las necesidades de energía eléctrica, agua fría y caliente a partir de fuentes de energía renovables presentes en la zona de la comarca de Cartagena (Murcia) como son la alta radiación solar y la presencia de biomasa autóctona. Con estos aportes renovables se ha optado por la inclusión de instalación solar fotovoltaica (100 kWp), una caldera de biomasa y una máquina de absorción con los que mitigar las demandas energéticas en su conjunto y eléctricas del proceso productivo. El aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la zona supone una de las vías más atractivas actualmente para disminuir las necesidades energéticas y atenuar al mismo tiempo las emisiones de gases de efecto invernadero.

En relación a las tareas y acciones propias del proyecto, indicar que éste engloba la construcción de una nave auxiliar en la que albergar la maquinaria relativa al proceso de absorción así como un silo en el que alojar la biomasa que servirá como fuente renovable. Así, y antes de iniciar la construcción de este edificio, es necesario llevar a cabo algunos estudios y cálculos preliminares. Esta supone la primera actividad técnica y necesita de una gran cantidad de intercambio de información entre los socios así como entrevistas con los fabricantes de la industria y los técnicos municipales y regionales y de los responsables políticos. Esta acción se desarrolló durante los primeros seis meses de vida del proyecto e incluyó como tareas específicas la elaboración de estudios técnicos sobre la planta. Los estudios ya desarrollados se han concluido con un diseño final sobre el edificio y la planta, realizando una elección entre las distintas opciones estudiadas. Igualmente, ha sido necesario desarrollar cálculos en cuestiones logísticas relacionadas con la biomasa. Dado que la planta incluye una instalación fotovoltaica y una planta de biomasa, ha sido también necesario el desarrollo de algunas cuestiones logísticas, como la elaboración de un plan de suministro de biomasa y el desarrollo de plan de acometida para el suministro de electricidad y calor a partir de la instalación a otros edificios industriales.

La solución tecnológica propuesta en el proyecto se basa en los datos de los recursos energéticos disponibles en la zona y en la demanda media calculada, combinando la instalación fotovoltaica y un sistema de recuperación de calor de condensación para su futura distribución en la red interna del polígono. De este modo, los niveles de irradiación solar horizontal de la zona son elevados, con un promedio anual de 4685 Wh/m²/día, y una disponibilidad de 3520 Ton/año de biomasa seca, lo que supone 40229 kWh/día.

Para poder evaluar los impactos positivos ambientales del proyecto es necesario seleccionar los indicadores apropiados. Debido a que se centra la atención en la reducción de

las emisiones de CO₂ y el empleo de recursos naturales de la zona se eligen dos tipos de indicadores:

- Emisiones de CO₂ en edificios individuales.
- Emisiones de CO₂ debidas a las instalaciones y servicios comunes del parque industrial.

La medición de estos indicadores debe seguir un calendario, el cual se desarrolla en dos fases: una fase inicial ya finalizada, entre enero y marzo de 2013, donde se realizaron las medidas preliminares de emisiones previas a la implementación de la solución energética propuesta; y una segunda fase donde se realizarán las medidas para comprobar las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero.

La adecuada difusión de las actividades que se desarrollan y los resultados obtenidos son la clave del éxito del proyecto, ya que así se conseguirá multiplicar el beneficio medioambiental que supone reducir la emisión de gases contaminantes a la atmósfera. El objetivo de las actividades de difusión, creación de redes y la transferencia engloban el desarrollo de materiales de difusión, herramientas y actividades para llegar a los grupos de interés clave identificados en este proyecto, así como al público en general con la finalidad de lograr una amplia transferencia de tecnología a otras áreas y actividades económicas. Las actividades de difusión están basadas en las propias tareas del proyecto y los resultados de todo el proyecto demostrativo. Por otro lado, se realizarán actividades específicas centradas en otros proyectos Life+ que pueden compartir objetivos, metodologías o problemas con el fin de generar sinergias, el intercambio de información y explorar las posibilidades de nuevos desarrollos conjuntos. Además de estas herramientas principales, el proyecto también está desarrollando: un plan de comunicación de objetivos básicos, herramientas, calendario y grupos destinatarios de las actividades de difusión; folleto divulgativos del proyecto con información descriptiva de los objetivos del proyecto; lista de e-mailing; boletín trimestral para informar sobre las actividades del proyecto y el progreso que se vaya produciendo; una guía técnica sobre la implementación de las soluciones propuestas y la forma de transferir a otros edificios y polígonos.

Si estas medidas se adoptaran supondrían importantes reducciones en las emisiones de CO₂ a la atmósfera. Así, la implantación de las soluciones ambientales propuestas en el 25% de los polígonos existentes en la Región de Murcia (España) disminuirían las emisiones de gases de efecto invernadero en aproximadamente 28.000 toneladas anuales.

Toda la información ampliada sobre este proyecto se puede encontrar en su web: www.eneringlife.eu

El plan de acciones a realizar por los diferentes organismos que forman parte de este proyecto se muestran en las tablas siguientes.

<i>Acción</i>	<i>Plazo</i>	<i>Públicos</i>
<i>IMAGEN CORPORATIVA</i>	Julio/Agosto 2012	Todos
<i>DÍPTICO INFORMATIVO</i>	Octubre/Noviembre 2012	Todos
<i>PÁGINA WEB</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>NEWSLETTER</i>	Durante todo el proyecto	Agentes interesados y medios
<i>BASE DE DATOS DE MEDIOS</i>	Julio/Agosto 2012	Socios
<i>PRESENTACIÓN DEL PROYECTO</i>	Diciembre 2012	Agentes interesados y medios
<i>CONVOCATORIA DE PRENSA</i>	Diciembre 2012	Medios
<i>CONTENIDOS AUDIOVISUALES</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>APLICACIÓN PARA SMARTPHONES</i>	Enero/Mayo 2013	Agentes interesados y medios
<i>ROLL-UP</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>BLOG</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>REDES SOCIALES</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>ANIMACIÓN 3D</i>	Enero/Junio 2013	Todos
<i>EVALUACIÓN ACCIONES</i>	Durante todo el proyecto	Socios

Ilustración 38. Acciones de la fase inicial

<i>Acción</i>	<i>Plazo</i>	<i>Públicos</i>
<i>VISITAS GUIADAS</i>	A partir de Enero 2013	Todos
<i>ENVÍO DE COMUNICADOS</i>	A partir de Enero 2013	Medios
<i>CONTINUIDAD ACCIONES</i>	Durante todo el proyecto	Todos
<i>JORNADAS Y NETWORKING</i>	A partir de Enero 2013	Agentes interesados y medios
<i>MERCHANDISING</i>	A partir de Enero 2013	Socios

Ilustración 39. Acciones de la fase de desarrollo de la planta

<i>Acción</i>	<i>Plazo</i>	<i>Públicos</i>
<i>INAUGURACIÓN DE LA PLANTA</i>	Por concretar	Agentes interesados y medios
<i>CONTINUIDAD ACCIONES</i>	Por concretar	Todos
<i>DEMOSTRACIONES PRÁCTICAS</i>	Durante todo el proyecto	Agentes interesados y medios
<i>JORNADA DE CONCLUSIÓN</i>	Por concretar	Agentes interesados y medios
<i>INFORME MULTIMEDIA</i>	A partir de Enero 2013	Socios y medios

Ilustración 40. Acciones de la fase de funcionamiento de la planta

5.1.2. Proyecto MEID



Bajo las siglas MEID se encuentra el proyecto de Desarrollo Eco-Industrial del Mediterráneo (Mediterranean Eco Industrial Development), cuyo líder es la entidad italiana ENEA. El proyecto MEID pretende la creación de un modelo para el planeamiento, construcción y dirección de áreas industriales sostenibles (AIS) en las regiones Mediterráneas [27].

Dicho modelo tiene por objetivo mejorar las capacidades y herramientas de decisión de las autoridades competentes para la integración de soluciones sostenibles en las estrategias industriales a nivel regional e interregional.

El objetivo de MEID es la definición de un modelo Mediterráneo conjunto para el planeamiento, construcción y gestión de áreas industriales, mejorando el desarrollo sostenible y competitividad de las PYMES.

En el marco del proyecto europeo MEID en el que colabora la Generalitat y el Ayuntamiento de Utiel, el Parque Empresarial Nuevo Tollo, promovido por la Generalitat en Utiel, fue elegido en toda la Comunitat Valenciana y en España para implementar uno de los tres modelos piloto de Parques Empresariales que se desarrollarán en el marco del proyecto europeo MEID.

Junto a la Comunitat Valenciana, otras dos regiones europeas implementarán el modelo piloto desarrollado por el proyecto lo que servirá para un futuro intercambio de buenas prácticas y resultados gracias a la experiencia de los tres Parques Empresariales. Esta iniciativa, que tiene una duración de cuatro años y un presupuesto aproximado de 1,4 millones de euros cofinanciado al 75%, cuenta con socios procedentes de cinco Estados miembro (Italia, Francia, Grecia, Malta y España), así como un socio procedente de Bosnia-Herzegovina.

Gracias a la aproximación integral adoptada por MEID, las PYMES se verán beneficiadas en términos de ecoinnovación, competitividad y cooperación transnacional.

➤ Resultados y actividades:

- Desarrollo de una política industrial conjunta para las autoridades locales y definición de un modelo de desarrollo eco industrial, probado y validado en áreas piloto.
- Definición de reglas sostenibles para la construcción de áreas industriales y participación de las PYMES en el desarrollo sostenible, mejorando su competitividad.
- Definición de estándares medioambientales conjuntos y, creación de herramientas de apoyo.
- Establecimiento de una base de datos de mejores tecnologías y prácticas en áreas industriales sostenibles (AIS).

- Realización de actividades de entrenamiento para autoridades locales.

La realización de este proyecto europeo concluye con diversas publicaciones, entre las que se encuentran una guía del proyecto y herramientas para las PyMES y las autoridades, resumen de las actividades piloto en el parque industrial de Ragusa, una guía para la construcción sostenible de edificios industriales, y gestión sostenible de parques industriales y ecología industrial, entre otros.

Los resultados finales se agrupan según el tipo de proyecto del que se trate, encontrando:

- Comunicaciones, en diferentes idiomas.
- Gestión de proyectos.
- Análisis DAFO (o SWOT) de las áreas industriales.
- Definición del modelo MEID.
- Validación y pruebas piloto.

Más detalles sobre este proyecto se pueden encontrar en su web: www.medmeid.eu

5.1.3. Proyectos Clima



Los Proyectos Clima del Fondo de Carbono para una Economía Sostenible (FES-CO₂) son proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en sectores no regulados por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión en España (los denominados “sectores difusos”) [28].

El incentivo se traduce en un pago, por tonelada de CO₂ equivalente (tCO₂e) reducida y verificada, que el FES-CO₂ realiza a los promotores de cada uno de los Proyectos Clima seleccionados por el FES-CO₂. En 2012 y 2013 este pago fue fijado en 7,10 € por tCO₂e durante los 4 primeros años de vida del proyecto.

El FES-CO₂ ha aprobado 10 metodologías para la estimación de las reducciones de emisiones que generen determinados tipos de proyectos. Estas no son limitantes, por lo que se podrán presentar propuestas en nuevas convocatorias aunque las ideas de proyecto no se ajusten a alguna de las metodologías ya aprobadas.

Aquellos proyectos que resulten seleccionados por el FES-CO₂, tras la firma del contrato y puesta en marcha de su proyecto, deberán realizar un seguimiento de la operación de éste y elaborar informes de seguimiento periódicos, donde se recoja información sobre las reducciones reales logradas por la actividad del proyecto.

Para poder llevar a cabo el seguimiento, el FES-CO₂ ha publicado una serie de metodologías de seguimiento. El modo en que debe efectuarse el seguimiento queda descrito en el Plan de Seguimiento que forma parte del Documento de Proyecto (DP) y contiene además los elementos que ha de recoger el Informe de Seguimiento, como las condiciones de medición, los distintos parámetros de monitoreo, etc. La monitorización queda plasmada en el Informe de Seguimiento cuyo contenido se describe detalladamente en las metodologías de seguimiento preparadas por el FES-CO₂.

La verificación consiste en la revisión y confirmación a posteriori por una Entidad Independiente reconocida por el FES-CO₂ de las reducciones de emisión de GEI logradas por un Proyecto Clima en un periodo determinado.

El objetivo de la verificación de reducción de emisiones es comprobar y confirmar que:

- La actividad del Proyecto Clima desarrollado ha sido llevada a cabo de acuerdo con la documentación presentada (documento de proyecto, DP).
- Ha ocurrido por tanto una reducción de emisiones real, que los Informes de Seguimiento elaborados por el promotor del proyecto cumplen con el Plan de Seguimiento y la Metodología de Seguimiento establecidos.
- El cálculo de la reducción de emisiones se ha efectuado correctamente.

Deberá efectuarse al menos una verificación anual, que esté vinculada a uno o varios informes de seguimiento asociados, preparados por el promotor con la frecuencia que éste desee.

El informe de verificación deberá ser presentado al FES-CO₂ para su consideración antes del 31 de mayo de cada año, a efectos de su evaluación y adquisición de reducciones asociada. Excepcionalmente, el primer informe de verificación podrá cubrir un periodo superior o inferior al año natural.

Tras el cierre exitoso de todas las no conformidades relevantes planteadas, se podrá emitir el Informe de Verificación que incluya un dictamen positivo de verificación. Una vez el verificador emita una opinión favorable, el promotor deberá presentar ambos informes (seguimiento y verificación) al FES-CO₂ para que, tras su análisis y aprobación, proceda la compra de la cantidad verificada de reducciones de emisiones de acuerdo con lo establecido en el contrato. Ambos informes deberán enviarse en formato electrónico y papel a la Oficina Española de Cambio Climático, Secretaría del Fondo de Carbono FES-CO₂.

En 2012, en la primera convocatoria, el FES-CO₂ acordó la adquisición de las reducciones generadas por 37 Proyectos Clima, que evitarán la emisión a la atmósfera de más de 800.000 toneladas de CO₂ equivalente entre 2013 y 2017. En la convocatoria de 2013 de características similares a la Convocatoria 2012, se continuó impulsando el desarrollo de tecnologías limpias y actividades bajas en carbono en España. Como resultado de la misma se han seleccionado 49 Proyectos y Programas Clima cuyos promotores serán contactados para la formalización del contrato de compra a través del cual el FES-CO₂ adquirirá las reducciones de emisiones verificadas que generen. La Convocatoria 2014 de Proyectos Clima se lanzó el 15 de febrero de 2014 mediante la apertura del plazo para la presentación de propuestas de proyectos cuya entrada en funcionamiento no sea posterior a 2015, finalizando este período

de presentación el 15 de marzo de este mismo año. En otro caso, las propuestas deberán presentarse a siguientes convocatorias.

Los proyectos llevados a cabo en las convocatorias de 2012 y 2013 se centran en diferentes sectores que aprovechan recursos diferentes y nuevas instalaciones para conseguir reducir las emisiones de CO₂, así como una mejora de la eficiencia energética. En las tablas siguientes se enumeran todos los proyectos que se han incluido dentro de los Proyectos Clima para ser llevados a cabo.

Más detalles se pueden encontrar en la página oficial del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

**LISTADO DE PROYECTOS CLIMA PILOTO
Convocatoria 2012**



PROMOTOR	TÍTULO	CCAA
Bioenergías de la Sierra de Gata S.L.	Planta de biometanización y producción de fertilizantes concentrado en Moraleja (Cáceres).	Extremadura
MONTAJES LONGARES, S.L.	Reducción de CO2 en tratamiento de depuración de purines porcinos en granjas (Piensos Costa SA).	Aragón
Associació per la Gestió del Programa Leader Ripollès Ges Bisaura	ENFO-CO2 – Energía forestal, menos CO2.	Cataluña
Compañía Eólica Tierras Altas S.A.	Planta de Biogas San Pedro Manrique.	Castilla-León
Compañía Española de Servicios Públicos Auxiliares, (CESPA)	Smart Forest.	Madrid
Instituto Aragonés del Agua (IAA)	Planta de tratamiento de purín de Peñarroya de Tastavins (Teruel).	Aragón
Diputación Provincial de Sevilla	Climatización sostenible en piscinas municipales.	Andalucía
Instituto Aragonés del Agua (IAA)	Planta de tratamiento de purín de Valderrobres (Teruel).	Aragón
Hulleras del Norte, S.A.	Combustión térmica del Metano contenido en el aire de ventilación de minas de carbón VAM_CH4.	Asturias
Federación Aragonesa de Municipios, Comarcas y Provincias (FAMCP)	Sustitución de calderas de combustible fósil por calderas de biomasa en la climatización de edificios públicos de los Municipios de Aragón.	Aragón
Solarwall Efficient Energy S.L.	Climatización de naves con paneles microperforados solares.	Castilla-León

**LISTADO DE PROYECTOS CLIMA PILOTO
Convocatoria 2012**



Repsol Nuevas Energías, S.A.	Programa de actividades (PoA) sobre movilidad con coche eléctrico.	País Vasco
Alsa Grupo, S.L.U.	Alsa Híbrido.	Varias CCAA
Bioenergy Barbero S.L.	Programa de apoyo a la sustitución de combustibles fósiles para biomasa.	Varias CCAA
Medio Ambiente, Agua, Residuos y Energía de Cantabria, S.A. (MARE S.A.)	Proyectos ampliación de gestión de centro de recuperación reciclaje en las instalaciones de El Mazo.	Cantabria
Agroenergía de Campillos S.L.	Planta de biogás de Campillos.	Andalucía
Comunidad de Madrid	Programa 2013-2016 para el incremento del número de vehículos eléctricos e híbridos en la Comunidad de Madrid.	Madrid
Calor Erbi, S.L.	Biomasa en granja avícola Villalón 1.	Castilla-León
Fundación Centro de Servicios y Promoción Forestal y de su Industria de Castilla y León (CESEFOR)	Uso térmico local de la biomasa con maximización de beneficios.	Varias CCAA
Biogas Fuel Cell, S.A.	Tineo- Planta de Biogás.	Asturias
Purines Almazán, S.L.	Almazán- Planta de Biogás.	Castilla-León
Diputación de Girona	Biomasa por el clima.	Cataluña
Inarys Forma S.L.	Altermasa.	C. Valenciana
Mostoles District Heating, S.L.	Central de calefacción de distrito con biomasa y red de distribución de energía térmica en Móstoles.	Madrid
Servicios de Limpieza Integral de Málaga III, S.A.	Planta de valorización energética de residuos sólidos urbanos para la producción de energía limpia con balance negativo de CO2.	Andalucía

**LISTADO DE PROYECTOS CLIMA PILOTO
Convocatoria 2012**



Calor Erbi, S.L.	Biomasa en el centro social de San Cebrián.	Castilla-León
Calor Erbi, S.L.	Biomasa en el centro de día de Aspanias en la localidad de Quintanadueñas.	Castilla-León
Calor Erbi, S.L.	Biomasa en el centro ocupacional de Aspanias en la localidad de Salas de los Infantes.	Castilla-León
Verdener Energías Limpias, S.L.	Planta de biogás en Escalona del Prado Segovia	Castilla-León
UTE TEM	Recuperación energética planta biometanización en Mataró.	Cataluña
UTE TEM	Recuperación energética incineradora de RSU de Mataró	Cataluña
Ecoterrae Global Solutions S.L.	Programa de actividades para la generación de energía térmica a partir de biomasa en sustitución de combustible fósil.	Varias CCAA
Vapors Industrials del Penedés, S.L.	VI del Penedés (Bodega Miguel Torres).	Cataluña
Recursos de la Biomasa, S.L.	Instalación térmica con biomasa en la comunidad de propietarios GRIAL.	Castilla-León
Recursos de la Biomasa, S.L.	Red de calefacción con biomasa para varios edificios ubicados en el municipio de Olvega (Soria).	Castilla-León
Área Metropolitana de Barcelona (AMB)	CO2 Biogas Ecoparque - producción de biogas a partir de digestión de aguas con alta DQO a la entrada de depuradora del Ecoparque 2.	Cataluña
Empresa General Valenciana del Agua S.A. (EGEVASA)	Reducción consumo de gas natural mediante la instalación de caldera de biogas en el secado térmico de la estación depuradora de aguas residuales de Quart-Benàger.	C. Valenciana

LISTADO DE PROYECTOS CLIMA SELECCIONADOS
Convocatoria 2013



PROMOTOR	TÍTULO	CCAA
Calor Erbi S.L.	Caldera de astillas de madera para nueva fabrica de piensos	Castilla y León
Tratamientos Ecológicos del Noroeste S.L.	Uso de biomasa forestal como combustible en una instalación MHT (Mechanical Heat Treatment) de tratamiento de residuos sólidos urbanos	Galicia
CESPA Gestión de Residuos, S.A.	Planta de transformación de residuos sólidos urbanos en biolíquido similar al gasóleo C en el término de Alcazar de San Juan (Ciudad Real).	Castilla-La Mancha
Instituto Aragonés del Agua (IAA)	Planta de tratamiento de purín de Zaidín (Huesca)	Aragón
Instituto Aragonés del Agua (IAA)	Planta de tratamiento de purín de Capella (Huesca)	Aragón
Asociación para la gestión del programa Leader Ripollés Ges Bisaura	BM-Rural. Cambio de calderas de gasóleo y gas natural por otras de biomasa local	Cataluña
SPD Biogás, S.L.	Planta de co digestión anaerobia de purines y otros residuos orgánicos para la producción de energía eléctrica en régimen especial de 499 KW conectada a red en Lezáun (Navarra).	Navarra
Compañía para la gestión de los residuos sólidos en Asturias, Sociedad Anónima Unipersonal (COGERSA, S.A.U.)	Reducción de las emisiones de CO2 mediante biometanización y/o producción de enmiendas orgánicas para su uso como fertilizantes a partir de residuos orgánicos (organic4clima)	Asturias
General Enterprise Traver by Technology, S.L.	GET2 ETBRP-2013- Producción energía térmica obtenida mediante eliminación purines	Cataluña
Granja Tatay S.L.	GET1 ETBRP-2013 Producción energía térmica obtenida mediante eliminación purines	Comunidad Valenciana
District Heating Ciudad de León, S.L.	District Heating Ciudad de León	Castilla y león
Repsol S.A.	Programa de actividades de fomento del cambio modal de transporte por carretera a transporte ferroviario en Repsol	Varias
Repsol Nuevas Energías S.A.	Programa de actividades sobre movilidad con coche eléctrico	Varias
Cardial Recursos Alternativos S.L.	Aprovechamiento energético del yacimiento geotérmico Cardial I: Calefacción de 26 hectáreas de invernaderos	Andalucía
Terminal Intermodal Monzón, SL (TIM)	Sistema intermodal para el transporte de monoetilenglicol	Varias
CARVIC Ingeniería y Servicios, S.L.P.	Reducción de emisiones de co2 por sustitución de quemadores de gasoil y gas propano por quemadores de biomasa.	Varias
Ayuntamiento de Sant Boi de Llobregat	Red de calor con biomasa en el sector de la Muntanyeta de Sant Boi de Llobregat	Cataluña

LISTADO DE PROYECTOS CLIMA SELECCIONADOS
Convocatoria 2013



PROMOTOR	TÍTULO	CCAA
Investigaciones y asistencia técnica QUASAR S.A.	Eliminación de las emisiones de CO2 mediante el uso de biomasa.	Varias
Consell Insular d'Eivissa	Instalación de caldera de biomasa en el polideportivo "Es Raspallar"	Baleares
Industrias Alimentarias de Navarra, SAU (Grupo IAN)	Proyecto Grupo IAN de generación de energía térmica a partir de biomasa	Extremadura
La Fageda, S.C.C.L.	Reducción de las emisiones de CO2 con la sustitución de una caldera de propano por una caldera de biomasa	Cataluña
Biogastur Generación S.L.	Biogastur generación	Asturias
Sociedad de Resinas Naturales SL (Sorena)	Incorporación de dos calderas de biomasa en el proceso de tratamiento de resinas naturales y obtención de derivados de alto valor añadido	Castilla y León
Balnearios del alta montaña, SL	Eliminación de emisiones de CO2 en balnearios de alta montaña	Castilla y León
AVEBIOM –Asociación Española de Valorización Energética de la Biomasa	Canal Clima de AVEBIOM: Programa de actividades de impulso de la bioenergía	Varias
Sociedad Pública de Medio Ambiente de Castilla y León S.A.	Red de District Heating de la Universidad de Valladolid y el Ayuntamiento de Valladolid	Castilla y León
Sociedad Pública de Medio Ambiente de Castilla y León S.A.	Proyecto biomasa en edificios de actividades para la instalación de calderas de edificios públicos de Castilla y León	Castilla y León
Recursos de la Biomasa S.L.	Programa de actividades para la instalación de redes de calor en el sector residencial	Varias
Granja de Ves S.L.	Planta de biogás de 250 KW en instalación porcina intensiva Granja de Ves S.L., de 3.000 cerdas reproductoras	Castilla-La Mancha
Inversiones Ganaderas Porcinas S.L.	Planta de biogás de 370 KW en instalación porcina intensiva inversiones ganaderas porcinas (Ingapor), de 3.000 cerdas reproductoras	Castilla-La Mancha
Pequechín	Planta de biogás de 370 KW en instalación porcina intensiva Pequechín, de 3.000 cerdas reproductoras	Castilla-La Mancha
Limpieza Pública y Protección Ambiental, S.A. Municipal (LIPASAM)	Proyecto piloto de limpieza viaria de la ciudad de Sevilla mediante uso de vehículos eléctricos personalizados	Andalucía
Turol Diversia S.L.	Caldera de biomasa para tromel de secado	Aragón
Ayuntamiento de Guadarrama	Plan de reducción de emisiones de CO2 en edificios municipales de Guadarrama	Comunidad de Madrid

LISTADO DE PROYECTOS CLIMA SELECCIONADOS
Convocatoria 2013



PROMOTOR	TÍTULO	CCAA
Endesa Ingeniería SLU	Programa de sustitución de flotas de vehículos térmicos por eléctricos.	Varias
Biotermiak Zebero 2009 S.L.	Proyecto programático de la E.S.E. Biotermiak de solución con bioenergía para uso residencial, agricultura, industria y otros.	País Vasco
Teide 10, S.L.	PR1312 - Proyecto implantación biomasa HRP Lanzarote	Islas Canarias
Biogás Vic, SL	Planta de biogás con aprovechamiento térmico para servicio sanitario en la comarca de Osona (Barcelona)	Cataluña
NH Hoteles	Proyecto programático de sustitución de calderas de combustible fósil por calderas de biomasa y gas natural en hoteles de la cadena NH	Varias
AMDA Energía	Planta de cogeneración a biogás Almenar	Cataluña
UPA	Proyecto programático: secaderos de biomasa en el sector tabaquero extremeño	Extremadura
Ecosolar Cb	Proyecto de dos plantas de biogás para la valorización de purines y subproductos agroalimentarios en Godall, Tarragona.	Cataluña
Aguas de Valencia S.A.	Adecuación de una instalación para la co digestión de residuos alimentarios y fangos de EDAR para la reducción de gases de efecto invernadero	Comunidad Valenciana
Ecoterra Global Solutions S.L.	Programa de proyectos de energía térmica destinados a la reducción de consumo de combustibles fósiles	Varias
Dalkia Energía y Servicios S.A.	Dalkia: Redes de calor. Sustitución combustible fósil por biomasa para generación agua caliente	Varias
Giroa Sau	Proyectos de generación de energía térmica a partir de biomasa	Varias
Fundación CESEFOR	Uso térmico local de la biomasa con maximización de beneficios 2.0	Varias
Ayuntamiento de Alhendín, Concejalía de Medioambiente y Agricultura	Alhendín Biorresiduos KM 0 clima	Andalucía
Torrecilla Gestión de Obras S.L.	Energía térmica y movilización de recursos forestales en el ámbito local	Castilla y León

5.1.4. Proyecto REEMAIN



El proyecto REEMAIN atiende a la definición de producción eficiente respecto a los recursos y la energía (Resources and Energy Efficient Manufacturing). Esta iniciativa combina innovaciones de conocimiento y experiencia de los procesos de producción, herramientas software de simulación energética, planificación de energía y fuentes, y energías renovables y almacenamiento para desarrollar y demostrar una metodología y plataforma adecuada para impulsar la eficiencia de las fuentes de energía y materiales [29].

El proyecto cuenta con cuatro áreas principales en las que centra su atención:

1. Innovación en el uso de fuentes (energéticas y de materiales) en las compañías, incluyendo la optimización del proceso productivo, una integración continua de los sistemas basados en energías renovables, y la recuperación de energía residual; con consecuencias medioambientales que puedan ser medidas dentro de un ciclo de vida fijado.
2. Herramientas de toma de decisiones para apoyar a los directores de las empresas en las complejas tareas de análisis, decisión y planificación de las mejores estrategias para conducir a sus empresas hasta la eficiencia energética y los mínimos impactos medioambientales y costes.
3. Actividades de demostración en tres empresas diferentes: Fundación SCM en Italia, Textiles Bossa en Turquía y Galletas Gullón en España.
4. Divulgación a nivel europeo e internacional.

Dentro de la propuesta del proyecto REEMAIN, el uso inteligente de las tecnologías basadas en energías renovables y estrategias de ahorro de recursos, considera la compra, generación, conversión, distribución, utilización, control, almacenamiento y reutilización de la energía de un modo integrado y tratado como un todo.

Los objetivos de este proyecto no se pueden hacer realidad sin una serie de soluciones innovadoras. Hay numerosos especialistas en tecnología dentro del consorcio de REEMAIN con la experiencia para abordar el desarrollo e implementación de diferentes tecnologías, entre las que destacan:

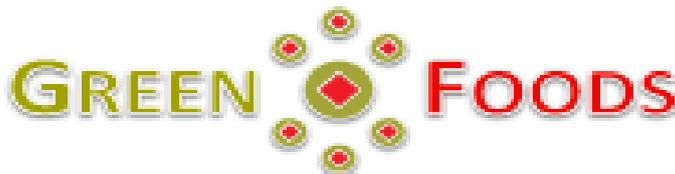
- Concentración solar térmica: para asegurar una integración de las energías renovables dentro de los procesos productivos. El proyecto REEMAIN permitirá el desarrollo de un nuevo prototipo de colector solar de concentración, con características mejoradas y novedosas, que será probado a lo largo del proyecto y se ayudará a las empresas a usarlo para mejorar su eficiencia energética y recursos.

- Almacenamiento de electricidad: para que pueda ser usada como un almacenamiento intermedio de energía para un mejor rendimiento y coordinación. La instalación de Sistemas de Almacenamiento de Energía (Energy Storage Systems, ESS) constituye un campo de oportunidades para las empresas, y no está completamente explotado. Este proyecto es una oportunidad para abordar el complejo problema del dimensionado de las baterías y obtener resultados reales sobre sus rendimientos, costes y ciclo de vida.
- Herramientas de simulación: para ayudar en el proceso de análisis de las empresas y así decidir sobre las mejores alternativas para mejorar su eficiencia. El proyecto REEMAIN pretende desarrollar una herramienta de toma de decisiones para apoyar a las empresas en alcanzar un proceso productivo con emisiones cero. Esta herramienta creará un modelo detallado de la fábrica en el que se podrán implementar y evaluar diferentes soluciones técnicas de un modo virtual.

La empresa española Galletas Gullón, situada en Palencia, es la productora líder de nuestro país, con dos fábricas en funcionamiento. El proceso productivo de las mismas es susceptible de ser modificado para conseguir una recuperación de flujos de calor y la integración de las energías renovables, lo cual se espera que se traduzca en un importe ahorro de energía.

Para más información y detalles, www.reemain.eu

5.1.5. Proyecto Green-Foods



El objetivo general del proyecto Green Foods es llevar a la industria de alimentos y bebidas de Europa la alta eficiencia energética y reducción de emisiones de carbono fósil a fin de garantizar y fomentar la amplia competitividad mundial, mejorar la seguridad del suministro energético y garantizar la producción sostenible en Europa [30].

Green Foods abordará principalmente las centrales lecheras y la industria cárnica, industria de las bebidas (fábricas de cerveza y zumo de fruta), panaderías, alimentos para bebés, productor de cereales, alimentos de origen animal y la industria pesquera; muchas de las cuales forman parte de los parques industriales.

Utilizando la experiencia de los 14 socios de Alemania, Reino Unido, España, Polonia y Austria se lograrán los siguientes resultados principales:

- **Concepto de alimentos verdes:** que guía al usuario a identificar soluciones a medida para la "producción verde" para las PYME en la industria de alimentos y bebidas. El

concepto combina la experiencia tecnológica de la producción de alimentos y bebidas con conocimientos de eficiencia energética y los recursos renovables y resultados claros en las estrategias de las PYME para optimizar sus procesos y el suministro de energía hacia una producción sin emisiones de carbono fósil. El núcleo del concepto tendrá la forma de una herramienta de cálculo para el equilibrio y la optimización de los flujos de energía y materiales que incorpora los siguientes elementos: cálculo del consumo de energía primaria y de las emisiones de CO₂, la integración de calor, la eficiencia del suministro de calor y frío, el uso de fuentes de energía renovables (biomasa, biogás, cogeneración, bombas de calor industriales, la energía solar térmica, máquinas de absorción de refrigeración), el uso racional de los recursos energéticos, el cálculo de la rentabilidad, y la evaluación de la adecuada tecnologías de proceso. Estos cálculos serán apoyados por directrices para la aplicación y gestión de la energía a largo plazo en las PYME y el desarrollo de un compendio de tecnologías de suministro de energía, tecnologías de proceso y ejemplos de mejores prácticas en alimentos verdes.

- **Módulo de capacitación:** el objetivo es integrar este módulo de formación específica del sector en los sistemas de gestión de energía existentes, tales como el Administrador Europea de la Energía (EUREM) o equivalente, pero también será posible implementarlo como curso independiente en función de las necesidades nacionales/regionales y requisitos. Al menos, una sesión de entrenamiento se llevará a cabo incluyendo una sesión “Train the Trainer”. En total el entrenamiento se le dará a 60 instructores y unos 150 consultores y gestores energéticos de la industria de alimentos y bebidas.
- **Planes de financiación especiales:** se desarrollarán con el fin de facilitar la aplicación de determinadas potencialidades de eficiencia energética y fuentes de energía renovables en las PYME. A través de la comparación de los sistemas de financiación de los fondos existentes en los países participantes y el análisis de las mejores prácticas, Green Foods desarrollará un plan de financiación a medida que incluye las necesidades nacionales en base a los potenciales financieros y tecnológicos.
- Por otra parte, se llevará a cabo la creación de 6 **centros de competencia energética virtuales** (VECC). Se prevé que ofrecerá la posibilidad de alquiler de equipos, el intercambio de conocimientos, capacitaciones, etc. y se conectará a una red europea con cerca de 240 miembros en el primer año.
- Aplicando el concepto de Green Foods, se realizarán 200 **auditorías energéticas** en empresas de la industria de alimentos y bebidas. De estas 200 empresas, 20 se elegirán como ejemplos de mejores prácticas. Además se seleccionarán 5 empresas para un proceso de implementación guiada dentro de la duración de los proyectos mediante la aplicación de los nuevos programas de financiación desarrollados. Esta acción conducirá a un verdadero campo de ahorro de 600 toneladas por año de emisiones de CO₂.

5.2. Proyectos aplicados a Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs)

5.2.1. Proyecto Enerline



El proyecto ENERLINE ha sido desarrollado por la Comunidad de Madrid, la Cámara de Comercio e Industria de Madrid y AEDIE (Asociación para la investigación y diagnóstico de la energía). Este proyecto surgió con el objetivo de ayudar a las empresas a utilizar la energía de una manera más eficiente, suponiendo un ahorro de costes y una posible ventaja competitiva.

Las líneas de actuación de ENERLINE se centran en:

- Información sobre mejores prácticas energéticas: enlaces y documentos de interés para conocer cómo obtener una mayor eficiencia energética.
- Pre-diagnóstico on-line: permite evaluar la situación energética de la empresa.
- Solicitud de pre-diagnóstico energético: petición on-line de un servicio de prediagnóstico energético.

El prediagnóstico energético consiste en un análisis que se desarrolla con la participación de la propia empresa y expertos del proyecto. Para ello se siguen los siguientes pasos:

1. Entrega de informes por parte de la empresa sobre consumos de combustibles y energía eléctrica del último año, así como los datos de los equipos consumidores.
2. Análisis de los datos realizado por un experto de Enerline, y solicitud de más información o visitas de campo en caso de ser necesario.
3. Emisión de un informe con los siguientes contenidos:
 - Posibles mejoras detectadas, incluyendo ahorros e inversiones estimados.
 - Comparación estadística con las demás empresas de su sector.
 - Conveniencia de profundizar el análisis de la instalación, con la realización de auditorías energéticas o detección de necesidades especiales.

Los beneficios que proporciona este prediagnóstico son numerosos:

- Concienciación del gasto energético, tanto en coste como en su distribución. Muchas veces se asume el gasto como una partida más, sin valorar su repercusión y las posibilidades de mejora. Tampoco se conoce cómo se distribuye dentro de los distintos sistemas energéticos que existen dentro de la empresa.
- Conocimiento de las medidas. Algunos de fácil aplicación, que permiten reducir los costes energéticos.
- Mejora de la eficiencia energética, y por tanto, de la competitividad y de los resultados empresariales.

Más información en la web: www.camaramadrid.es/asp/Enerline/eficiencia.htm [31].

5.2.2. Proyecto CHANGE



La Comisión Europea aprobó el Proyecto Change, liderado por Eurocámaras, que tiene como objetivo promover la eficiencia energética en las Pymes, en el marco del Programa "Energía inteligente para Europa", en el que participan Cámaras de Comercio de 12 países europeos [32].

El proyecto tuvo una duración de dos años, entre septiembre de 2008 y agosto de 2010, llevando a cabo acciones enfocadas a dos objetivos específicos: incrementar la capacidad de las Cámaras con asesores para la instalación de energía inteligente y ofrecer oportunidades a las PyMES para abordar el reto de optimizar sus uso de la energía. Para ello se formará a técnicos de Cámaras de Comercio que asesorarán a las empresas en lo relativo al uso eficiente de la energía y en el ahorro energético.

Como conclusiones del proyecto destacan las siguientes:

- Falta de conocimiento especializado en energía dentro de las pequeñas empresas, lo que hace necesarias ciertas medidas para hacer más accesible la información a este grupo.
- El principal obstáculo para tomar las medidas de eficiencia son las inversiones a realizar y los factores financieros, debiendo impulsar opciones como el "contracting energético" frente a las fuentes de financiación más comunes.
- Necesidad de incrementar el número de empresas pequeñas que realizan auditorías energéticas, ya que solo el 25% de las participantes había llevado alguna a cabo.
- Se precisa una implantación más amplia de los sistemas de control y gestión de la energía adaptados a las PyMES para conseguir destacar sus beneficios.
- Las Cámaras deben ser capaces de desarrollar más la información y servicios prestados a las empresas, adaptándolos a las necesidades específicas nacionales o regionales.
- Potencial de ahorro en la negociación de contratos energéticos, lo cual está bastante extendido pero sigue existiendo un margen de mejora.
- Las energías renovables son una fuente infraexplotada en el ámbito de las pequeñas y medianas empresas, lo cual podría mejorarse con medidas como consultorías energéticas que las ayuden a determinar cómo implantar las energías renovables en cada caso particular, con el fin de un beneficio económico.

Se han publicado informes finales para la difusión del proyecto, estando centrados en los factores de éxito y obstáculos, un manual de consejos para las organizaciones de negocios, publicación de numerosos artículos en diferentes lenguas, organización de eventos e incluso pre-análisis en las empresas para informarlas sobre cómo mejorar sus instalaciones.

La documentación del proyecto se puede encontrar en: www.eurochambres.ue

5.2.3. Proyecto ENGINE



Un dato conocido es la escasa capacidad de las pequeñas y medianas empresas para explotar sus oportunidades de ahorro energético. Por ello, este proyecto se creó con la misión de ayudar a este tipo de empresas a ser más eficaces desde un punto de vista energético y se desarrolló entre octubre de 2007 y marzo de 2010 [33].

Los objetivos del proyecto, los cuales se consiguieron con la implementación de ocho proyectos en Austria, Alemania, Italia, Suecia y Reino Unido, son:

- Motivar a las PyMES a implementar medidas de eficiencia energética.
- Promover servicios energéticos y conceptos financieros innovadores.
- Entrenar a los auditores energéticos y crear un equipo de expertos.
- Acelerar la introducción al mercado de los servicios energéticos para las PyMES.
- Comunicar la eficiencia energética a los directivos de las empresas y accionistas.
- Difundir y transferir las medidas y conceptos exitosos conseguidos con el proyecto.

Las medidas y sondeos energéticos llevados a cabo en el proyecto ENGINE están dirigidas a las empresas y expertos dentro de las industrias dedicadas a la metalurgia, componentes de automoción, madera y alimentación. Sin embargo, todas las medidas de ahorro energético y lecciones aprendidas en el proyecto son aplicables a la mayoría de las pequeñas y medianas empresas.

El proyecto ENGINE llevó a cabo 56 controles energéticos en las diferentes regiones, los cuales seguían el siguiente esquema:

- Status Quo: inspección de campo, colección de datos, identificación de focos, entrevistas, etc.
- Preparación del informe: descripción de la compañía, análisis de los datos, comparación de los usos de energía con los valores de referencia.
- Evaluación: calcular el potencial de ahorro energético de cada caso.
- Propuesta: diseño de un plan de implementación así como de los pasos necesarios a seguir.

El proyecto ofreció a las empresas un análisis de sus situaciones, empleando para ello medidas y comprobaciones relacionadas con la energía, y trabajó las posibilidades regionales a través del entrenamiento en gestión energética.

Los resultados que se obtuvieron se pueden clasificar atendiendo al tipo de acción llevada a cabo, de este modo se tienen:

1. Coordinación

Se realizaron seis reuniones dedicadas a los proyectos, donde todos los participantes acudieron de manera regular, complementadas con seis conferencias telefónicas, que se convirtieron en un instrumento de comunicación continuo

2. Entrenamiento de auditores y estándar de calidad

- Desarrollo de una guía sobre gestión energética y su publicación. Al igual que una guía para la implementación de las comprobaciones energéticas.
- Desarrollo de una serie de materiales de entrenamiento, comprensibles y accesibles.
- Implementación de 11 entrenamientos, llegando hasta un total de 272 consultores que recibieron estos cursos.
- Establecimiento e implementación de un mecanismo de auditoría en Austria, Alemania e Italia.

3. Servicios energéticos en las PyMES

- Se desarrolla una metodología para las auditorías energéticas, con un total de 56 comprobaciones energéticas exitosas. Un potencial de ahorro del 12% fue analizado en las empresas que participaron
- Realización de un análisis de la región/país de los estudios.

4. Campañas de concienciación

- Campañas materiales se desarrollaron en todas las regiones.
- 25 consultas iniciales.
- 15 eventos de motivación, con 505 participantes.
- 10 mesas redondas con los accionistas y directivos de las empresas.
- Hay disponible un glosario de las actividades promocionales para cada región participante del proyecto.

5. Difusión a nivel europeo

- El sitio web del proyecto se abrió en enero de 2008.
- El folleto final se realizó con los casos estudiados en todas las regiones.
- Realización de 10 talleres nacionales, 2 en cada una de las regiones.
- Organización de un taller europeo con 25 participantes en la Feria de Hannover.
- Otros dos talleres tuvieron lugar en Polonia y República Checa, con el fin de la difusión del proyecto en Europa del Este.
- Existe un informe del proyecto disponible para imprimir.

Como visión global del proyecto, los agentes implicados están contentos con los resultados obtenidos, aunque las crisis financiera también fue acusada en las actividades de ENGINE. Todos los participantes en el proyecto han continuado las actividades iniciadas por este programa. Diversos manuales, guía y folletos se han puesto a disposición pública para conseguir una mayor difusión de los logros alcanzados en el proyecto, así como los obstáculos a salvar en cada una de las fases. Para más información se puede consultar la web: www.engine-sme.ue

5.2.4. Proyecto BESS



El proyecto BESS (Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs) pretende apoyar a las PyMES de la industria de alimentos y bebidas en la mejora de su eficiencia energética [34].

La implementación de un sistema de gestión de la energía es la mejor manera para que una empresa pueda hacer frente a las cuestiones energéticas y, por lo tanto, ser capaz de encontrar el potencial de ahorro de energía.

Cuando los costes de energía aumentan, la gestión energética se convierte en interesante para las empresas de nuevo, pero a menudo las PyMES no cuentan con los recursos de personal y conocimientos necesarios para poner en práctica dicha gestión de la energía.

El proyecto BESS ofrece un sencillo camino a seguir con diversas herramientas como un modelo de aplicación de gestión de la energía y de un sistema de aprendizaje virtual en el sitio web de BESS. Además se estableció un sistema de evaluación comparativa internacional para el consumo específico de energía, ofreciendo la posibilidad de comparar el consumo específico de energía con un gran número de empresas del mismo sector.

Los resultados a destacar son los siguientes:

- Al menos 55 empresas piloto de la industria de alimentos y bebidas, en 11 países europeos, probaron el sistema de apoyo a la gestión de energía y las herramientas de evaluación comparativa, incluido el sistema de aprendizaje virtual, y dieron su retroalimentación, lo que permitió al consorcio de BESS producir herramientas que satisfagan las necesidades reales de las PyMES.
- Desarrollo de un sistema web completamente operativo e interactivo basado en la evaluación comparativa y el aprendizaje electrónico para la aplicación de la gestión energética, permitiendo aumentar la adopción de medidas de eficiencia energética en las PyMES.
- Elaboración de un manual, recomendaciones para los responsables políticos para las actividades de seguimiento y otras actividades de difusión para promover el uso de las herramientas desarrolladas. Esto creó una mayor concienciación entre las pequeñas y medianas empresas y los responsables políticos sobre la aplicación de la evaluación comparativa y las gestión de la energía dentro de las PyMES.

5.2.5. Proyectos ENECO



El proyecto ENECO “Gestión ambiental y energética de las PYMEs y desarrollo de la eco-economía por un desarrollo económico transfronterizo sostenible” surge en el marco del proyecto de cooperación transfronteriza CINTER+, desarrollado entre 2005 y 2007, sobre la mejora de la eficiencia ambiental y energética en las PYMEs [35].

El proyecto ENECO se estructura en las siguientes acciones:

- **Acción 1: Gestión y Coordinación**
- **Acción 2: Gestión ambiental y energética colectiva en polígonos y sectores**
El jefe de filas y líder de esta acción, CRANA (Centro de Recursos ambientales de Navarra) con la ayuda de ARPE, desarrollará una metodología para favorecer la gestión colectiva de los recursos para la producción de energías renovables, incluyendo el agua, en las áreas industriales y polígonos de los territorios adscritos al proyecto. Una vez definida la metodología, el resto de los socios realizará una serie de memorias para aplicarlas en su zona de acción. Como colofón, CRANA organizó un taller transfronterizo sobre el tema en enero de 2011.
- **Acción 3: Evaluación y reducción de emisiones**
Se adaptó un sistema ya existente en Francia para la evaluación de emisiones de carbono en el ámbito concreto de la pequeña y mediana empresa. Todo ello se acompañó de una guía de implantación de memorias de emisiones también en los cinco territorios que se redactaron al mismo tiempo que cada uno de los seis socios celebraba sus propias jornadas técnicas de formación entre octubre de 2009 y diciembre de 2010.
- **Acción 4: Reflexión y desarrollo de la eco-economía**
El socio ADER se encargó de liderar una acción cuyo objetivo es fomentar la reflexión interregional en los temas relacionados con la eco-economía, así como la búsqueda de actuaciones concretas para hacer frente a los cambios. En noviembre de 2010 un seminario interregional puso sobre la mesa las principales conclusiones.
- **Acción 5: Consumo responsable y compras verdes**
Se elaboró una guía transfronteriza de compras verdes en la que se describen los mecanismos de mercado existentes con el fin de ponerlos a disposición de las empresas. En mayo de 2010 el socio aragonés se encargó de divulgar la filosofía de esta apuesta ambiental a través de un seminario interregional. Previamente, el resto de los socios habrán celebrado sus propias jornadas sobre compras verdes dentro de su territorio.
- **Acción 6: Comunicación y diseminación.**

El desarrollo del proyecto ENECO (2009-2011) incluyó la realización de unos foros de eco-innovación que permitieron detectar la necesidad de fomentar una dinámica transfronteriza de eco-economía y desarrollar herramientas concretas que permitan a las PYMEs identificarse, conocerse y actuar en esta dirección.

Así, la gestación de intercambios y la creación de herramientas se configuran como ejes centrales de este nuevo proyecto que tiene como fin el establecimiento de relaciones directas para desarrollar proyectos conjuntos y sinergias destinadas a la mejora de la economía y el medio ambiente.

El proyecto ENECO2: herramientas para el desarrollo de la eco-economía y la cooperación transfronteriza entre PYMES, incluido en el Programa de Cooperación Territorial España-Francia-Andorra 2007-2013, va a permitir construir un catálogo o caja de herramientas para la eco-innovación (cómo hacer, cómo mejorar) y crear un espacio de identificación, localización y conocimiento mutuo en materia de eco-innovación, medio ambiente y RSE.

Los objetivos clave del proyecto son: eco-innovación, intercambio y cooperación, y para alcanzarlos se pretende:

- Fomentar el intercambio, poniendo a disposición de las PYMES y los agentes implicados un lugar de identificación, conocimiento e intercambio, a través de una plataforma virtual.
- Conocer mejor este ámbito de trabajo, dando dimensión y estableciendo las fronteras que definen la eco-innovación.
- Desarrollar una caja de herramientas útil para poner en marcha medidas de innovación.
- Acompañar a las empresas para que consigan poner en marcha medidas individuales o colectivas, así como cooperaciones transfronterizas.
- Transferir información, reflexión y experiencias para generar una dinámica transfronteriza directa entre PYMES sobre eco-innovación, medio ambiente y RSE.

Los resultados esperados son: creación de redes, aprendizaje compartido e impulso a la economía sostenible, para los que contaron con:

- 1 grupo asesor transfronterizo de expertos sobre eco-innovación.
- 50 asistencias a PYMES, polígonos industriales o zonas de actividad económica para implementar medidas de eco-innovación.
- Presencia activa en facebook, twitter e internet, con gran cantidad de información útil y contactos directos entre PYMES.
- 15 foros regionales sobre eco-innovación dirigidos a PYMES y redes regionales de territorios ecoinnovadores.
- 1 plataforma virtual transfronteriza de la eco-innovación.
- Participación en 10 eventos regionales sobre eco-innovación.
- Constitución de una red transfronteriza de territorios eco-innovadores.
- Un encuentro transfronterizo final de intercambio y cooperación para la eco-innovación con 200 agentes participantes.

Todos los proyectos expuestos en este epígrafe dedicado a las pequeñas y medianas empresas son destacables debido a la amplia presencia de este tipo de empresas dentro de los parques industriales a los que se les dedica esta memoria.

5.3. Proyectos destinados a industrias específicas

Se va a centrar la atención en proyectos realizados cuyo fin es conseguir ahorros energéticos en diferentes tipos de industrias, así como reducciones de las emisiones de CO₂ de las mismas. El objetivo de este apartado reside en mostrar diversos casos que se han llevado a cabo destinados a la eficiencia energética, todos ellos aplicados a empresas cuyo ámbito de trabajo es susceptible de ser instalado dentro de un parque industrial.

5.3.1. Proyecto ICE-E



El proyecto ICE-E (“Improving Cool Storage Equipment in Europe”) tiene como objetivo poner a disposición del personal a cargo de instalaciones de almacenamiento en frío información y herramientas de libre uso, para que puedan ser capaces de identificar las oportunidades de sus instalaciones respecto a ahorros energéticos, mejora de eficiencia y reducción de emisiones. De este modo, con la información disponible, las empresas de este rama serán capaces de conocer su grado de eficiencia, descubrir cómo mejorarla y ahorrar energía y ganar conocimientos al respecto mediante los paquetes de entrenamiento e información [36].

La razón principal del desarrollo de esta iniciativa surge debido a que la refrigeración es una de las tecnologías más energéticamente intensas empleadas en el abastecimiento de alimentos y posee un número de retos considerable relacionados con el consumo de energía y las fugas de refrigerantes, muchos de los cuales están considerados gases de efecto invernadero.

Los medios que propone el proyecto ICE-E para conseguir estos objetivos son acercar el conocimiento y poner a disposición de los interesados las herramientas necesarias, mediante:

- Evaluación por comparación: de manera gratuita los usuarios registrados en su web podrán obtener una comparación de características de operación de instalaciones similares a las suyas, de toda Europa, todo ello de manera anónima y confidencial.
- Programa de autoaprendizaje: el proyecto ofrece módulos de aprendizaje gratuitos (e-learning) con los que acercar el conocimiento sobre eficiencia energética en este campo. Dentro de esta labor de enseñanza también se encargan de acercar la información de una manera más cercana a las empresas, para ello se utiliza la presentación de casos prácticos estudiados, memorias descriptivas, etc.
- Desarrollo de herramientas web: para conseguir identificar los potenciales de ahorro energéticos de los equipos y ofrecer un análisis personalizado de viabilidad en cada caso. Se cuenta con dos tipos de modelos, el primero más simple para consumidores finales, y otro más complejo y detallado para técnicos y personal especializado en refrigeración.

El proceso a seguir por los usuarios se muestra en la siguiente figura, en la que se puede ver que la primera fase es la evaluación mediante una comparativa y tras esto, poner a disposición las herramientas de optimización necesarias a través del aprendizaje multimedia.

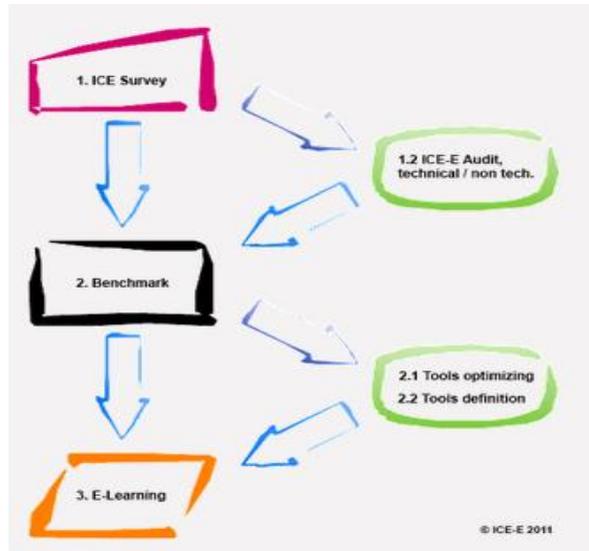


Ilustración 41. Esquema e-learning del proyecto ICE-E

El éxito de los módulos de aprendizaje reside en una mayor difusión, ya que las visitas a los mismos esperadas fue menores que el objetivo del proyecto. La participación de los usuarios se hace imprescindible para mejorar las experiencias que ofrece la web en su conjunto, y así conseguir atraer a más visitantes.

Durante este proyecto se examinaron 28 instalaciones de manera detallada, con el fin de determinar sus potenciales de ahorro de energía, y para ello se realizaron sendas auditorías energéticas las cuales se dividen en:

- Estimación de la carga térmica y eléctrica.
- Investigación del consumo eléctrico.
- Análisis del sistema de refrigeración.
- Identificación y cuantificación de los ahorros potenciales.

Como resultado de estas auditorías se pueden resumir las siguientes conclusiones:

- Se encontraron 130 casos de cómo conseguir un ahorro y eficiencia, agrupados en 20 campos.
- De estos, el 28% puede ser llevado a cabo por el dueño u operador no especializado y sin conocimientos técnicos.
- El 51% de ellos precisa de la asistencia de un especialista en refrigeración.
- El 22% restante necesita la ayuda de un consultor energético, especializado en tecnologías de refrigeración y/o almacenamiento en frío.

El potencial de ahorro encontrado como resultado de las auditorías realizadas llega al 72% de ahorro en la energía consumida.

Información y detalles en: www.khlim-inet.be/drupalice/

5.3.2. Proyecto EXBESS

El proyecto EXBESS (EXpanding the Benchmarking and Energy Management Schemes in SMEs) es una continuación del proyecto BESS, ya descrito, cuyo ámbito de aplicación se expande a la industria textil, cerveceras y lavanderías industriales para mejorar su eficiencia energética. De esta forma se pretende ampliar el apoyo a las PyMES en el campo de ahorro y eficiencia energética [37].

Este proyecto ofrece herramientas fáciles y actualizadas respecto a las ofrecidas en el anterior, tales como un modelo de implementación de gestión de la energía y un sistema de e-learning en el sitio web.

El sistema de evaluación comparativa internacional para el consumo específico de energía se extiende a nuevos sectores y ofrece la posibilidad de comparar el consumo específico de energía con un gran número de empresas diferentes dentro del mismo sector.

Este sistema de evaluación comparativa se base en el mismo sistema implementado en el proyecto BESS, concluido en 2007 y ya descrito antes.

En este proyecto, se ha ampliado el concepto y las herramientas del anterior, incluyendo así 8 países más y convirtiéndose en una oportunidad para las pequeñas y medianas empresas europeas de mejorar sus eficiencia energética y reducir los costes de energía, además de participar en un sistema de evaluación comparativa internacional.

Los resultados más destacables obtenidos de este proyecto son:

- Al menos 80 empresas piloto de los sectores de alimentación y bebidas, cerveceras y textiles en 8 países europeos podrán probar el nuevo sistema de gestión energética actualizado y las herramientas de evaluación comparativa. Los resultados se utilizan como realimentación para hacer las herramientas más fáciles de usar y de acuerdo con los requisitos de gestión energética reales dentro de las pequeñas y medianas empresas.
- Se diseña una web interactiva completamente operativa, actualizada, basada en la evaluación comparativa y en los sistemas e-learning, para la implementación de la gestión de energía para aumentar la adopción de medidas de eficiencia energética en estas empresas.
- Publicación de un manual que se pone a disposición de las PyMES para su consulta.
- Recomendaciones para los responsables políticos para realizar actividades de seguimiento.
- Programación de actividades de difusión para promover el uso de estas herramientas entre este tipo de empresas, así como entre los responsables políticos.
- Los resultado obtenidos en las empresas piloto han sido ahorros energéticos que oscilan entre el 1 y el 7% de sus consumos.

5.3.3. Proyecto EINSTEIN I y II



Bajo estas siglas se encuentra el título en inglés Expert system for INtelligent Supply of Thermal Energy in Industry, cuyo objetivo es contribuir a una aplicación generalizada de soluciones de eficiencia energética integral para el suministro de energía térmica en los sectores industriales con una alta proporción de la demanda de calor de baja y media temperatura. Para optimizar el suministro de energía térmica, se requiere un enfoque holístico integral que incluye las posibilidades de reducción de la demanda mediante la recuperación de calor y la integración de procesos, y por una combinación inteligente de tecnologías de suministro de calor (y frío) asequibles, en función de las limitaciones económicas [38].

EINSTEIN tiene como objetivo desarrollar un conjunto de herramientas para la realización de auditorías energéticas térmicas, que permitan reducir costes y mejorar la calidad de las auditorías energéticas.

Al menos 300 auditores de energía, técnicos industriales y otros actores relevantes en el ámbito de la eficiencia energética industrial serán capacitados en la herramienta EINSTEIN dentro del proyecto y por lo menos 90 empresas participarán en el proyecto.

Los resultados obtenidos en este proyecto fueron:

- Obtención de una nueva metodología, el conjunto de herramientas EINSTEIN, disponible a bajo costo, que permitirá realizar auditorías eficientes centradas en la optimización de la demanda de energía térmica y suministro en la industria.
- Creación de 2.500 ejemplares del conjunto de herramientas EINSTEIN completo, incluyendo la herramienta de software de sistemas expertos y las directrices, disponibles en 6 idiomas europeos.
- Formación de 200 auditores capacitados para aplicar la herramienta EINSTEIN y realización de auditorías a 90 empresas industriales, obteniendo un potencial de ahorro energético del 27%.
- Una versión simplificada de la herramienta de software de sistema experto para la auto-evaluación en la web.

Un año más tarde, en 2010, se inició el proyecto EINSTEIN II en el cual se ampliaba el ámbito de aplicación de los sistemas de suministro de calor inteligentes a otras aplicaciones a gran escala.

La energía térmica en la industria supone un 28% de la demanda final de energía en Europa. El acondicionamiento de edificios mediante calor y frío contribuye con otro 27% de la energía final demandada. A pesar de las mejoras en eficiencia energética, existe un gran potencial que permanece inexplorado en empresas de servicios, hospitales y grandes edificios de oficinas.

Este proyecto es una metodología, que pretender seguir como continuación del proyecto EINSTEIN realizado a pequeña escala, y permitir la implementación integral de la auditoría energética térmica en industrias y en empresas que consumen gran cantidad de energía térmica como hospitales, edificios de oficinas o centros deportivos.

En otras palabras, EINSTEIN II permite el desarrollo de estrategias para reducir la demanda energética y los costes de producción por medio de la recuperación de calor y la integración de procesos mediante una combinación inteligente de uso del calor disponible y de las tecnologías de suministro de frío, teniendo en cuenta los condicionantes económicos.

Lo que ofrece EINSTEIN II:

- Una herramienta de software libre de código abierto para la optimización de las auditorías energéticas térmicas.
- Soluciones integrales para ahorro energético y de costes combinando la recuperación de calor con un suministro de energía térmica suficiente.
- Auditorías energéticas integrales de alta calidad.
- Obtención del certificado europeo en la metodología EINSTEIN a través de formación.

La principal ventaja que presentan las auditorías de energía térmica es la reducción del consumo de energía primaria y las emisiones de CO₂, obteniendo en las auditorías realizadas unos ahorros de energía primaria del 20%, que supone un ahorro del 40% en energía primaria destinada a usos térmicos.

Descripción de la herramienta informática EINSTEIN:

- La metodología EINSTEIN se basa en una herramienta de software que guía al usuario a través del proceso completo de auditoría, abarcando desde la adquisición de datos, su procesamiento y la elaboración del diseño, cuantificación (energética y económica) y evaluación de soluciones alternativas.
- Calcula la energía demandada total de consumidores complejos de calor y frío y la descompone en sus diferentes elementos.
- Ayuda a estimar los datos. Los algoritmos para la estimación de pérdidas de información que son relevantes, ayudan a llevar a cabo un asesoramiento preliminar basado en pocos datos.
- Evalúa las posibilidades de optimización e indica el potencial de reducción de la demanda a través del uso de tecnologías eficientes.
- Mediante el denominado “Análisis Pich”, aconseja las oportunidades de ahorro a través del intercambio de calor entre varios flujos.
- Basándose en la reducción de la demanda de calor, muestra las alternativas técnicas para la integración de eficiencia energética y energías renovables y las evalúa a través de calcular detalladamente los costes.
- Ofrece una evaluación coherente. El diseño preliminar de las opciones más competitivas incluye también la evaluación del impacto medioambiental y un estudio económico a través de un análisis de coste total.

Esta y otra información está disponible en www.einstein-energy.net

5.3.4. Proyecto O₂ GEN



El proyecto O₂GEN se centra en una de las más importantes recomendaciones del informe de la Plataforma Cero Emisiones (ZEP) para la captura y almacenamiento de carbono en la Unión Europea: el uso de mayores concentraciones de oxígeno en la oxicomcombustión reduciendo la recirculación del gas natural y las sanciones de energía. La utilización de la oxicomcombustión en lecho fluidizado de circulación permite una reducción del tamaño de las calderas y un aumento de eficiencia, lo que supone una tecnología atractiva desde el punto de vista medioambiental y económico [39].

El proyecto, ahora en curso desde 2010 y hasta 2015, pretende buscar y demostrar diferentes opciones a partir de las instalaciones con el fin de obtener conclusiones aplicables a gran escala en las plantas de potencia. O₂GEN recoge la participación de empresas industriales claves y proveedores de tecnología.

El objetivo del proyecto es demostrar cómo el concepto de segunda generación con oxicomcombustión puede reducir de manera significativa (hasta un 50%) el total de sanciones de eficiencia por captura de CO₂ en las plantas térmicas, aproximadamente de 12 a 6 puntos de eficiencia. Para conseguir el aumento de la eficiencia mediante la captura del CO₂ se necesita desarrollar y demostrar componentes y procesos revisados dentro del sistema completo para obtener una combustión optimizada con altos niveles de oxígeno. Esta segunda generación de oxicomcombustión consiste en sistemas integrados de producción de oxígeno, generadores de vapor y purificación y compresión del dióxido de carbono, su integración dentro del proceso y la aplicación de las conclusiones al diseño de plantas a gran escala.

De este modo, O₂GEN contribuirá a los objetivos energéticos europeos marcados en el SET-Plan mediante una reducción en el nivel de emisiones de gases de efecto invernadero del 90%, uso de energías renovables (biomasa) en la combustión entorno al 20%, y un aumento de la eficiencia energética de los sistemas CCS (captura y almacenaje de carbono) del 50%.

El desarrollo y demostración propuestos por este proyecto se basa en cuatro etapas principales:

- Identificación de ineficiencias en la primera generación basada en oxicomcombustión y creación de datos para la segunda.
- Desarrollo y demostración de cada subproceso, unidad de separación de aire, caldera y el sistema de recirculación de gas.
- Integración dentro del proceso global de todos los equipos necesarios para completar y mejorar la oxicomcombustión.
- Optimización del proceso final de oxicomcombustión diseñado y obtención de conclusiones para la aplicación de los resultados obtenidos a plantas de gran escala.

El Centro de Investigación de Recursos y Consumos Energéticos (CIRCE) de España forma parte de este proyecto. CIRCE estará a cargo de la coordinación y supervisión del proyecto durante ejecución, para facilitar la comunicación y asegurar los plazos. Además llevará a cabo tareas de simulación para identificar ineficiencias y posibles mejoras en los sistemas de oxicomustión de primera generación Participará en el diseño de los nuevos equipos así como en la integración y optimización de procesos.

Por último, estará al frente de la diseminación y explotación de los resultados de O2GEN. Garantizará el máximo impacto del proyecto, así como el desarrollo de una estructura apropiada para asegurar la continuidad del proyecto cuando éste haya acabado.

Para más información sobre este proyecto se encuentra disponible su web, donde se publicarán todas las noticias sobre el transcurso del mismo, así como los informes finales obtenidos, www.o2genproject.eu

5.3.5. Proyecto Recipe



El proyecto RECIPE (Reduced Energy Consumption in Plastics Engineering) pretende reducir el consumo de energía en la industria de transformación de plásticos [40].

La industria de transformación de plásticos europea se enfrenta a una intensa competencia de economías con salarios más bajos y un alarmante aumento de los precios energéticos. Para mantener la competitividad, las empresas deben contar con un proceso eficaz de gestión de la energía, un buen conocimiento del mercado y el conocimiento de la tecnología y los mecanismos de apoyo.

El proyecto RECIPE pretende proporcionar el conocimiento y las herramientas necesarias a las empresas dedicadas a la industria de transformación de plásticos, para reducir su consumo de energía a través de la aplicación de las mejores prácticas y la introducción de nuevas tecnologías.

Esta industria cuenta con más de 27.000 empresas (más del 80% PYMES), que emplean a más de un millón de personas, y con unas ventas totales de más de 100 millones de euros. Si fuera posible reducir el consumo de energía en la industria en un 10%, esto daría lugar a una reducción anual de las emisiones de CO₂ de más de 3 millones de toneladas.

Como resultados del mismo se obtuvo lo siguiente:

- Creación de una guía europea de mejores prácticas para la industria de transformación de plásticos.

- Proporciona un conjunto de herramientas interactivas que permiten a las empresas evaluar el consumo de energía y observar de cerca los procesos individuales dentro de la planta. Proporciona orientación sobre la eficiencia de la planta y destaca sus áreas clave de consumo de energía y el potencial de ahorro de costes.
- Desarrollo de un "Modelo de costes de operación", que permite calcular el coste de operación de un equipo durante su vida útil prevista, basada en la eficiencia energética y el uso previsto.
- Proporciona un punto de referencia del uso de la energía en las empresas de plásticos de toda Europa, permitiendo determinar dónde existen variaciones del uso "típico" y entender cómo ven y gestionan las empresas su consumo energético.
- Presentación de 16 seminarios para demostrar los últimos avances en la tecnología, los sistemas de energía locales, oportunidades de financiamiento y las herramientas interactivas desarrolladas por el proyecto RECIPE.

Lo aprendido con la ejecución de este proyecto es que:

- Considerando los resultados del Informe comparativo de consumo de energía y adopción de buenas prácticas, de 2005, el nivel de gestión energética dentro de las industrias transformadoras del plástico es bajo y al mismo tiempo, demuestra la necesidad de la realización del proyecto RECIPE.
- Los costes de energía se encuentran en segundo plano, estando superados por la maquinaria, personal y costes de materiales dentro de este tipo de industrias. Sin embargo, la eficiencia energética puede ser un contribuidor clave para mejorar su productividad y es una parte esencial dentro de una buena gestión.
- Existe una amplia variedad de tipos de fuel, coste por unidad de energía y actitudes a lo largo de Europa. Sin embargo, el futuro de las industrias transformadoras del plástico en Europa puede que dependa en la manera de gestionar el consumo de energía y sus costes al alza.

Dentro de la página de este proyecto (www.eurecipe.com) se puede ampliar esta información, al mismo tiempo que, tras registrarse como usuarios, se puede acceder a diferentes herramientas, como una guía de las mejores prácticas, herramientas de ahorro y gestión.

5.3.6. Proyecto ENER-PLAST



Siguiendo los pasos del proyecto RECIPE, este nuevo europeo, ENER-PLAST, pretende la reducción del consumo de energía y las emisiones de carbono de la industria de los polímeros y su cadena de suministro, uno de los sectores industriales más importantes de la Unión Europea [41].

El objetivo de este proyecto es proporcionar a la industria europea de los polímeros y su cadena de suministro, el conocimiento, justificación, recursos de información y herramientas necesarias para reducir su huella de carbono y, por tanto, su impacto ambiental.

El proyecto presenta un enfoque sistemático para la gestión de la energía y ayudar a las empresas a comprender y gestionar su consumo energético.

Los resultados que se pretende obtener son:

- Elaboración de una guía de legislación medioambiental para la industria europea de polímeros.
- Creación de un conjunto de herramientas para las etapas de diseño de producto, material, molde, selección de equipos, fabricación, montaje y distribución, evaluando el consumo energético en cada etapa.
- Un calculador del impacto del carbono.
- Elaboración de la guía “Eficiencia energética y moldes y herramientas industriales”.
- Creación de una guía interactiva basada en la web sobre eficiencia energética y fabricación sostenible con polímeros.

5.3.7. Proyecto EUPlastVoltage



Siguiendo dentro de la industria dedicada a la transformación de plástico se encuentra este proyecto. El proyecto EUPLASTVOLTAGE pretende elaborar y presentar un acuerdo voluntario a largo plazo sobre eficiencia energética para la industria europea de transformación de plásticos [42].

La industria europea de transformación de plásticos se compone de 50.000 PYMES con un total de 1,6 millones de empleados. El consumo medio de energía final que genera es de 2,87kWh/kg de producción, representando un consumo total anual de 14TWh.

Solo el 5% de las empresas del sector cuentan con un responsable en materia energética, por lo que hay un potencial de ahorro muy importante.

El proyecto basará parte de sus actividades en proyectos anteriores del programa Intelligent Energy Europe, en concreto, en los proyectos RECIPE y ENER-PLAST, con el fin de aprovechar las mejores prácticas obtenidas de ambos proyectos.

Este proyecto se realizó entre junio de 2009 y mayo de 2011, siendo sus objetivos y fases principales los siguientes:

- Firma de un acuerdo voluntario europeo sobre eficiencia energética.
- Aprovechamiento de proyectos como BESS y EU LTA Uptake
- Desarrollo de actividades y acuerdos para la implantación a nivel nacional.
- Fortalecimiento de la competitividad del sector.

Los resultados que se esperan obtener con esta iniciativa son:

- Transformación del mercado: introducir y fomentar el concepto de servicios energéticos en el sector y abordar las posibilidades de ahorro de energía aún no exploradas por la industria de la transformación de plásticos.
- Cambio de actitud: promover el intercambio de conocimientos y experiencias entre los responsables en materia energética. Formación: Se crearán las condiciones adecuadas para ampliar la formación sobre posibles prácticas de eficiencia energética aplicables a otros sectores gracias a un efecto indirecto.
- Acceso al capital: La reducción del consumo de energía dará como resultado el acceso al capital. Consecuencias indirectas: posibles acuerdos voluntarios en otros sectores.

Para más información se puede visitar la web www.euplastvoltage.eu

La razón del desarrollo de proyectos destinados a este tipo de empresas dentro del sector industrial es debido a que la industria europea del plástico ha asumido un compromiso firme con los más altos estándares referentes a la salud, seguridad, calidad y rendimiento de sus productos, así como con la innovación.

Casi el 25 % de la demanda global de productos plásticos procede de la industria europea. Los plásticos cumplen un papel muy importante y necesario en la sociedad, no sólo mediante el ahorro de energía en la construcción, sino haciendo el ocio más agradable y asequible, facilitando las comunicaciones y promoviendo una revolución en las necesidades en materia de asistencia médica.

El plástico es fundamental para una multitud de diferentes aplicaciones y proporciona productos esenciales a sectores como el médico, el del envase, la construcción y los transportes. Resulta difícil imaginar la vida sin el plástico.

La industria del plástico tiene un gran interés en la innovación y el desarrollo, y teniendo en cuenta la creciente presión gubernamental en materia de reducción de emisiones, ya desempeña un papel fundamental gracias a su amplia oferta de productos de larga duración, ligeros y no perecederos.

5.3.8. Proyecto GERONIMO



El proyecto GERONIMO (Getting Energy Reduction on Agendas in Industrial Manufacturing Operations) pretende conseguir la reducción de consumo energético en las operaciones de fabricación industrial [43].

El proyecto GERONIMO se centra en involucrar a las PYMES europeas dedicadas a la producción de lácteos en la ecuación de la energía, rompiendo las barreras de tiempo, de recursos y de conocimientos que actualmente están bloqueando que se vuelvan más eficientes en sus fincas, o de la explotación de oportunidades de energías renovables.

Este proyecto se basa en un enfoque dinámico de abajo hacia arriba, en el que los productores de lácteos y sus asociaciones/cooperativas fueron movilizadas y participaron, en el transcurso de 25 meses, en este proyecto de construcción de una plataforma web centrada en el usuario, que proporcione a las PYMES productoras de lácteos un fácil acceso a la información tecnológica, a las herramientas y al apoyo financiero para aprovechar las prácticas de eficiencia energética en la granja.

Resultados:

- Creación de un portal web dinámico para estimular el interés de los productores de lácteos a adoptar soluciones de eficiencia energética y fuentes de energía renovables. Esto les proporcionará acceso a información sobre tecnologías y herramientas que les permitirán tomar medidas para la introducción de soluciones energéticas en su programa, así como orientación acerca de los sistemas adecuados de financiamiento, mecanismos, subvenciones e incentivos financieros en su región.
- Las PYMES de granjas lecheras, a través del uso del portal web, podrán alcanzar una media de ahorro energético de al menos 100kWh/vaca/año.
- Potencial de ahorro energético del 75% respecto a los consumos energéticos actuales en el sector.
- Al final del proyecto se prevé que el 20% de usuarios del programa hayan comenzado la aplicación de algún tipo de práctica de eficiencia energética en la granja, y que el 10% haya empezado a explotar algún tipo de fuente de energía renovable. Se prevé que un 40% adicional se plantee hacerlo en un futuro cercano.
- Compromiso de continuar el trabajo iniciado después del período de financiación para conseguir una eficiencia energética sostenible, la implantación de energías renovables, la reducción de las emisiones de CO₂, así como un ahorro de dinero a largo plazo que fortalezcan la competitividad de los productores de leche europeos.
- Extracción y documentación de las mejores prácticas. Se prevé que el programa GERONIMO sea transferido a beneficiar a otras áreas de la industria agroalimentaria europea, tales como la cadena de suministro de carne, horticultura, etc.

5.3.9. Proyecto FoundryBench

FOUNDRYBENCH

El proyecto FOUNDRYBENCH pretende mejorar la eficiencia energética, reduciendo los costes de producción y las emisiones de CO₂ en la industria de la fundición europea. Las fundiciones son unidades de producción con una elevada intensidad energética, en las que la adopción de las mejores soluciones energéticas ofrece un gran potencial de ahorro.

Este proyecto involucró directamente a, al menos, 15 fundiciones participantes para mejorar su eficiencia energética mediante la facilitación de información acerca de sus usos y flujos de energía. El consorcio del proyecto está formado por 8 socios de Finlandia, Suecia, Alemania, Reino Unido, España, Francia y Polonia, con reconocidos institutos de investigación, consultores y asociaciones de empresas de fundición.

Un grupo de opciones de ahorro energético se recogerán en una guía que se creará a partir de estos análisis experimentales, junto con una base de datos online que permita una mayor difusión de los resultados. Se determinará un índice de eficiencia energética para la industria del metal, teniendo en cuenta el tipo de producto y tecnología empleada.

Los objetivos son:

- Medida y análisis del uso de la energía y los flujos de energía producidos en todas las unidades de proceso y los sistemas auxiliares, en empresas dedicadas a la fundición.
- Identificar las reducciones en el uso de la energía y evaluarlas.
- Implantar un sistema de seguimiento del uso de la energía e identificar las pérdidas de energía adicionales.
- Explotar una base de datos con las mejores prácticas para soluciones de eficiencia energética.
- Impulsar la motivación para el ahorro energético entre las empresas europeas dedicadas a la fundición.

Como resultados se obtuvo lo siguiente:

- Desarrollo de una guía y una base de datos de buenas prácticas de ahorro energético en empresas dedicadas a la fundición, conteniendo información práctica de soluciones de ahorro energético, y su efecto en el consumo energético y en los costes.
- Creación de un sistema de auditoría energética para las empresas europeas dedicadas a la fundición.
- Desarrollo de un método de análisis energético, y las herramientas prácticas que permitan encontrar las mejores soluciones de eficiencia energética en empresas de fundición.

Los resultados de las auditorías energéticas llevadas a cabo a 15 empresas dedicadas a la industria de la fundición arrojan un potencial de ahorro energético del 17-24% en el uso de la energía.

5.3.10. Proyecto SurfEnergy



El proyecto SURFENERGY (Advanced Tools for SURFace Finishing Processes to Optimise ENERGY Efficiency) pretende mejorar la competitividad de la ingeniería de superficies y la industria de placas de circuito impreso mediante la introducción de medidas de eficiencia energética [44].

La mayoría de empresas del sector son PYMES, por lo que este proyecto aborda las barreras no tecnológicas para la aplicación de una gestión eficiente de la energía en estas empresas. La información y consejos sobre el uso de la energía normalmente no están disponibles para estas industrias, por lo que mediante su implantación se podrían lograr reducciones de energía significativas.

Los objetivos de este proyecto son:

- Aumento de la sensibilización de las empresas productoras del sector sobre la posibilidad de introducir sistemas de gestión energética, y los beneficios potenciales que podrían resultar de su implantación.
- Proporcionar soluciones de eficiencia energética para las empresas productoras, basadas en el análisis y la comprensión detallada de los procesos de producción genéricos utilizados actualmente.

En este proyecto se desarrollarán herramientas que permitan a estos sectores de la industria elegir la mejor y más eficiente combinación de procesos para una amplia gama de aplicaciones genéricas, optimizando la eficiencia energética y el impacto ambiental. En cada proceso genérico analizado, se incluirán todas sus etapas e interacciones.

El principal resultado del proyecto es la creación de la aplicación interactiva basada en la web “Energy Efficiency Advisor”, que es una aplicación gratuita disponible en la web del proyecto: www.surfenergy.eu.

Esta aplicación contiene un conjunto de herramientas de software interactivo, basadas en el análisis tecnológico de los actuales procesos genéricos, facilitando las opciones para la elección de la mejor solución de eficiencia energética para cada tipo de proceso.

La aplicación “Energy Efficiency Advisor” incluye:

- Un sistema de gestión de la energía, que permita el establecimiento de métodos, obteniendo el compromiso de toda la empresa.
- Requerimientos para una auditoría energética, conteniendo las mejores técnicas de auditoría para acabado de superficies y producción de placas de circuito impreso.
- Lista de medidas e indicadores clave de rendimiento, recogidos en tablas de datos.

- Herramienta de evaluación comparativa energética, que permite comparar el rendimiento de las nuevas soluciones de eficiencia energética con el estándar de la industria para cada proceso genérico.
- Herramienta de eficiencia energética, que permite a las empresas analizar su rendimiento energético y de costes. Permite realizar una previsión del uso energético que demandará la empresa en el futuro, proporcionando escenarios que se podrían conseguir mediante la implementación de técnicas de ahorro energético.
- Guía de inversión, proporcionando periodo de recuperación de la inversión en equipamiento, métodos de recaudación de fondos.

El proyecto también proporciona información de apoyo a la aplicación “Energy Efficiency Advisor”, en un informe final, accesible también desde la web del proyecto, conteniendo:

- Guía con las mejores prácticas, donde se detalla las técnicas actuales para una óptima eficiencia energética.
- Elaboración de un conjunto de recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética de cada tipo de proceso genérico.
- Hoja de ruta para la adopción de las últimas tecnologías, detallando las tecnologías innovadoras y los plazos esperados para su adopción por parte de la industria.
- Metodología para la evaluación comparativa.
- Técnicas de evaluación del ciclo de vida, donde se detalla cómo analizar las medidas de eficiencia energética en términos de impacto ambiental.

Una efectiva implementación del programa podría suponer un ahorro en la factura energética de entre el 20-50%, dependiendo del tamaño de la empresa.

Toda esta información y aplicaciones informáticas están disponibles en la web del proyecto: www.surfenergy.eu

5.4. Proyectos de fomento del uso de Energías Renovables

Como último apartado de este capítulo se van a presentar una serie de proyectos que se han realizado para promover el uso e instalación de tecnologías basadas en energías renovables, como opción de abastecimiento para empresas e industrias.

5.4.1. Proyecto S2BIOM



El propósito de este proyecto es apoyar la distribución sostenible de biomasa a nivel local, regional y europeo, mediante el desarrollo de estrategias y mapas de rutas que estarán disponibles mediante una herramienta multimedia de fácil uso [45].

El trabajo de investigación previsto dentro del proyecto cubrirá de forma global el sector de distribución de biomasa, desde la primaria hasta los productos listos para usar, así como la organización de la logística necesaria para conseguir el pretratamiento y las tecnologías de conversión. Todos estos aspectos unidos facilitarán el diseño integrado y la evaluación de los canales de distribución óptimos de biomasa y las redes alrededor de Europa y a escala regional y local, con el objetivo de desarrollar las estrategias para lograr una economía basada en biomasa.

Las actividades del proyecto serán llevadas a cabo mediante tres objetivos individuales pero fuertemente relacionados, que son:

- Objetivo 1: está centrado en avances metodológicos, recopilación de datos y estimación de potenciales de biomasa sostenibles. También se centra en la búsqueda de rutas de abastecimiento óptimas, así como en el desarrollo de una herramienta computerizada. Los resultados de este trabajo, además de la herramienta informática, incluirán bases de datos disponibles para las zonas locales, distintas regiones y a nivel europeo, así como manuales para su operación, mantenimiento y actualización.
- Objetivo 2: se utilizarán los datos obtenidos del anterior objetivo para desarrollar estrategias y una ruta de investigación y desarrollo para el abastecimiento sostenible de biomasa a todos los niveles.
- Objetivo 3: para asegurar una difusión de los resultados validados con los otros objetivos. Esto se realizará con casos de estudio seleccionados para poner de manifiesto los diferentes niveles que alcanza el proyecto.

Se puede consultar toda la información sobre el proyecto y más detalles sobre las metodologías empleadas en: www.s2biom.eu

5.4.2. Proyecto BIOSIT

Se centra en el desarrollo de una herramienta de planificación basada en Sistemas de Información Geográfica para reducción de gases de efecto invernadero mediante biomasa [46].

Los objetivos del proyecto son:

- Diseño, validación e implementación de una herramienta innovadora basada en Sistemas de Información Geográfica para una explotación efectiva de recursos de biomasa como combustible en plantas de energía térmica.
- Promoción de la gestión eficiente de bosques y tierras de cultivo y la integración de la agricultura con las actividades industriales.
- Cálculo de la reducción de emisiones de CO₂ esperadas.

El trabajo a realizar es:

- Definición de un modelo de evaluación del potencial de biomasa agro-forestal y análisis de su producción y costes.
- Diseño e implementación de un algoritmo de cálculo de costes de la biomasa (producción, recolección, almacenamiento y transporte).
- Diseño e implementación de un modelo de cálculo de las emisiones de CO₂ evitadas (incluyendo las emisiones por el transporte de la biomasa).
- Cálculo y evaluación del potencial de biomasa y las localizaciones óptimas.
- Recomendaciones para el uso de las herramientas basadas en sistemas de información geográficos, y su integración con las políticas regionales.
- Difusión de resultados mediante seminarios y páginas webs.

Los resultados obtenidos son:

- Evaluación de locaciones óptimas para plantas de biomasa.
 - Visualización de la variación de los costes de biomasa dependiendo de la cantidad de biomasa acumulada para cada localización y tamaño de planta.
 - Creación de mapas de localización potencial, indicando los costes marginales de biomasa, dependiendo del tamaño de la planta.
 - Creación de mapas donde las emisiones contaminantes debidas al transporte de biomasa son señaladas en la ruta de transporte, en términos de emisiones por unidad de ruta.
- Promoción de la biomasa para plantas de energía.
- Evaluación del impacto medioambiental y de los beneficios socio-económicos (incluyendo las emisiones evitadas) de las políticas regionales.

Este sistema, integrado con los planes regionales de energía, puede servir de apoyo a las autoridades locales involucradas en la gestión medioambiental y la planificación energética.

Información adicional disponible en: www.etaflorence.it/biosit/Overview.htm

5.4.3. Proyecto CHEFUB

El principal objetivo del proyecto es la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en Eslovaquia, mediante la creación e introducción de elementos innovadores en los procesos de biomasa y producción de calor.

Se tienen los siguientes objetivos parciales:

- Mejorar la calidad de los residuos para pellets de biomasa, ya que cuanto mayor calidad tengan los pellets, la reducción de CO₂ será más efectiva. Mediante la implementación de este proceso, se espera un aumento de producción de pellets y una reducción de emisiones de CO₂ equivalentes de 3.500 toneladas al año.
- Demostración del proceso de gestión de la sala de calderas, que permite al operador un efectivo control remoto de la sala de calderas, asegurando una alta efectividad y reduciendo los costes de operación. Mediante esta mejora en el sistema de operaciones de la sala de calderas, se espera una reducción de emisiones de CO₂ de 2.000 toneladas al año.
- Reconstrucción de 20 salas de calderas de biomasa, con las que se prevé una reducción de emisiones de CO₂ de 2.000 toneladas al año.
- Viajes de exhibición, presentando un vehículo equipado con técnicas de calentamiento para ser propulsado usando pellets de biomasa.
- Organización de actividades promocionales.

Como resultados del proyecto se obtuvieron:

- Aumento de la producción de pellets, llegando hasta las 12.000 toneladas.
- Aumento del consumo de calor gracias a la reconstrucción de las 20 salas de calderas de biomasa.
- Beneficios medioambientales con la reducción de toneladas de emisiones de CO₂, debido a la mejora de la calidad de la biomasa, a la efectividad del control remoto de la sala de calderas y al vehículo propulsado con biomasa.

5.4.4. Proyecto MORE



El proyecto MORE (Market of Olive Residues for Energy) está encaminado a atajar los problemas de los productores de olive y aceite, ofreciendo una manera de resolver el problema de la generación de residuos usándolos con fines energéticos [47].

El núcleo del proyecto es la creación de vías de abastecimiento de los residuos de las olivas como fuente de energía, debiendo involucrar para ello a agentes del sector público y privado; identificar los problemas y proponer posibles soluciones; al mismo tiempo que

promover acciones concretas. El proyecto debe promover la creación de Comités de Dirección Regionales, en cada una de las regiones participantes del proyecto.

El principal objetivo es por tanto la creación de un mercado estable de residuos procedentes de la oliva para fines energéticos. Los resultados esperados del proyecto son planes de negocios para las instalaciones que impulsen la producción de energía empleando los residuos del sector aceitunero como combustible, así como la creación de recomendaciones de tipo político y normativo para conseguir eliminar las barreras que impiden el desarrollo de este mercado.

El proyecto también crea una metodología general para diseñar las mejores soluciones que permitan el uso de los residuos de aceituna en la producción de energía, teniendo en cuenta aspectos de tipo técnico, económico, medioambiental y de gestión.

El consorcio que forma el proyecto estaba interesado en crear un proyecto completamente integrado, de forma que incluyese energía, medioambiente y agricultura.

Los resultados que se obtuvieron al finalizar el proyecto fueron:

- Creación de 7 planes de negocio viables para el establecimiento de plantas para la producción de energía procedente de residuos de aceite de oliva.
- Establecimiento de una metodología para el diseño sostenible y rentable de soluciones para el aprovechamiento energético de los residuos sólidos de oliva.
- Elaboración de 5 recomendaciones políticas para los países miembros de la Unión Europea para la eliminación de barreras políticas o normativas para el uso de residuos sólidos de oliva para la generación de energía.
- Establecimiento de Comités Regionales de Dirección compuestos por: operadores de mercado, agencias de energía, cámaras de comercio, suministradores de tecnología, expertos, etc. que apoyen el desarrollo de cadenas de suministro de energía a partir de residuos de oliva a nivel regional.
- Sesiones de formación de personal trabajando en las plantas, y campañas de difusión de los resultados.

Uno de los países involucrados en el proyecto MORE fue España debido a su gran industria destinada a la aceituna y el aceite de oliva, donde se encontraron 5 de las mejores prácticas incluidas en el proyecto para poner de manifiesto instalaciones ya desarrolladas cuyo funcionamiento se basase en el aprovechamiento de los residuos de las aceitunas.

- Geolit Climatización: con una central de biomasa para abastecer una red de distrito de calor y frío con una potencia máxima de 6 MW, situada en Mengíbar (Jaén).
- Energía La Loma: planta de producción de energía alimentada con orujillo y con una potencia instalada de 16MW, situada en Villanueva del Arzobispo (Jaén).
- Biomasa Puente Genil: planta de generación eléctrica que emplea orujillo como combustible con una potencia de 9,7MW, situada en Córdoba.
- Hotel & SPA Sierra Cazorla: emplea una instalación de biomasa para cubrir sus necesidades térmicas y de ACS, situada en Jaén.
- Escuelas públicas en Jaén con calderas de biomasa para producción de calefacción.

Dentro del caso español se encontró que el mayor problema está relacionado con la logística de abastecimiento de la biomasa. Este mercado se encuentra en desarrollo, ya que las empresas quieren instalar calderas de biomasa pero al mismo tiempo deben asegurarse un abastecimiento continuo. Uno de los principales objetivos para el desarrollo de este mercado es el aumento del número de compañías privadas y también una mayor confianza por parte de la población hacia esta fuente de energía. Las plantas de generación eléctrica basadas en la biomasa tienen como principal problema la conexión a red y conseguir una biomasa de alta calidad de manera constante. Algunas de las soluciones para atacar estos problemas son:

- Las compañías deben crear una red de distribución de biomasa, de la misma forma que se hace con los combustibles convencionales.
- Los servicios logísticos ofrecidos por las empresas distribuidoras de biomasa deben ser amplios y diferentes.
- Los operadores del mercado deben establecer una red de distribución en cada región que incluya núcleos estratégicos.
- Aumento de la concienciación de que los residuos de las olivas pueden servir para producir calor.

Las conclusiones generales, incluyendo todas las experiencias adquiridas en las regiones involucradas del proyecto, son las siguientes:

- Los residuos sólidos de las aceitunas representan un gran potencial de energía a partir de la biomasa en Europa.
- Los aspectos legislativos son un tema destacado, no sólo debido a la diversidad entre los distintos países, sino también porque en cada lugar este tipo de fuente de energía está sometida a normas muy diversas, algunas de ellas conflictivas. Esto podría suponer un problema difícil de atajar.
- El tema del proyecto es ampliamente conocido en España, pero en otros países productores como Italia o Grecia, fue difícil encontrar instalaciones interesantes. Sin embargo, el proyecto ha conseguido iniciar un camino para difundir esta información.
- La cooperación internacional es muy importante para poder compartir los conocimientos de las mejores prácticas procedentes del extranjero, así como el entusiasmo, para conseguir una colaboración conjunta y captar nuevos países y regiones al desarrollo de este sector.
- Se debe lograr una normalización de los tipos de molienda para obtener unos residuos homogéneos a lo largo de la región Mediterránea, lo que impediría una fragmentación del mercado.

Todo esto junto con información adicional, el resto de prácticas aprendidas en todas las regiones involucradas en el proyecto, así como los informes finales del mismo se pueden encontrar en: http://www.eaci-projects.eu/iee/page/Page.jsp?op=project_detail&pid=1628

5.4.5. Proyecto EINSTEIN



El proyecto EINSTEIN (Effective INtegration of Seasonal Thermal Energy storage systems IN existing buildings) se centra en el desarrollo, evaluación y demostración de un sistema de calefacción de baja energía basado en sistemas de almacenamiento de energía térmica estacional (Seasonal Thermal Energy Storage – STES) combinados con bombas de calor para satisfacer las demandas de calefacción y agua caliente sanitaria de edificios ya construidos, para conseguir una reducción drástica en sus consumos de energía [48].

La integración entre los sistemas STES y las bombas de calor es una de las novedades del proyecto EINSTEIN. Estos sistemas de almacenamiento estacional de energía térmica son muy conocidos en el norte de Europa, mientras que las bombas de calor son conocidas a escala mundial, pero la integración de ambos sistemas no se encuentra optimizada. Con este proyecto, ambas barreras serán derribadas.

Los objetivos principales de EINSTEIN son:

- Hacer los sistemas STES económicamente viables y adaptarlos para que puedan ser aplicados a construcciones existentes.
- Desarrollar una bomba de calor innovadora, de alta eficiencia y compacta que se optimice para ser usada juntos con los sistemas STES.
- Desarrollar una herramienta de toma de decisiones para la selección, diseño y evaluación de los sistemas integrados STES adecuados para cada uno de los edificios donde se quiera instalar. Se pretende que sea una herramienta de fácil uso que permita a los ingenieros seleccionar las tecnologías más adecuadas a instalar de acuerdo con las especificaciones particulares del proyecto, los ayude en el diseño de los sistemas de calor basados en el concepto de los sistemas STES, además de evaluar el impacto esperado de la nueva planta de calor.

Para la demostración práctica de estos sistemas se contó con dos plantas piloto cuya monitorización permite su evaluación:

- En España, con una planta piloto a nivel de viviendas.
- En Polonia, con una planta a nivel de red de distrito.

Para más información y noticias recientes del proyecto consultar la web www.einstein-project.eu

5.4.6. Proyecto SAHC

El proyecto SAHC (Solar Assisted Heating and Cooling) pretende la promoción de la generación de calor y frío asistidos por energía solar en el sector agroalimentario.

Los procesos industriales de la industria agroalimentaria necesitan frío y calor para sus procesos, que mediante la implantación de este sistema pueden ser suministrados por energía solar.

El objetivo del proyecto es la difusión de la viabilidad de las plantas de frío y calor asistidos por energía solar. Para ello se habilitará una herramienta de ayuda a la decisión desarrollada en base a los resultados de 40 auditorías energéticas y 20 estudios de viabilidad.

La herramienta permitirá a los responsables de las compañías agroalimentarias elegir la opción óptima en función de las tecnologías, configuraciones y dimensionado, indicando el proyecto de financiación necesario.

Los resultados esperados de la realización del proyecto son:

- Creación de una herramienta de ayuda a la decisión para la evaluación de plantas de frío y calor asistidos por energía solar, y permitir la elección de la opción adecuada según las necesidades de cada empresa y las tecnologías y configuraciones utilizadas.
- Creación de una guía para la herramienta de ayuda a la decisión.
- Creación de un informe sobre el potencial de la generación de frío y calor mediante energía solar en el sector agroalimentario.
- Creación de un informe de evaluación de las barreras no tecnológicas para la implantación de estas soluciones.
- Sugerencias para la regulación de la Unión Europea para promover estas plantas solares.
- Los resultados de simulaciones y estudios de viabilidad llevados a cabo muestran un potencial de ahorro energético de estos sistemas de frío-calor del 20-50% respecto a los sistemas que solo generan calor.

5.4.7. Proyecto Hydro Solar 21



El proyecto HydroSolar 21 es un proyecto de innovación energética llevado a cabo en la ciudad de Burgos, cuyos objetivos principales son la producción y almacenamiento de energía en forma de hidrógeno y la producción de frío solar [49].

Líneas de actuación:

- Utilización de energía eólica y fotovoltaica para la producción de hidrógeno por electrólisis del agua y su posterior almacenamiento como combustible.
- Utilización de procesos de adsorción alimentados por energía solar para la producción de frío.

El objetivo principal del proyecto es la demostración de la viabilidad de proporcionar iluminación y refrigeración a un edificio de 2.400m² con células solares y turbinas eólicas a través de frío solar y almacenamiento de energía en forma de hidrógeno. La implantación de estas tecnologías en un edificio de este tipo se espera que puedan ahorrar unas emisiones de 95 toneladas de CO₂ al año.

Las fases y acciones planificadas para la realización del proyecto fueron:

- Control y gestión: coordinación de tareas.
- Prototipo:
 - Modelización
 - Prototipo de laboratorio
 - Escalado preindustrial
 - Integración en edificación
- Solución constructiva:
 - Especificaciones técnicas del edificio
 - Proyecto constructivo
 - Acondicionamiento del edificio
 - Evaluación ex-post edificio
- Solución industrial
 - Estudio necesidades
 - Montaje industrial
 - Viabilidad económica medioambiental
- Difusión de resultados
 - Difusión tecnológica
 - Difusión industrial
 - Difusión social

Como resultados que el proyecto demostró la viabilidad técnica y eficiencia del prototipo a escala industrial con frío solar y producción y almacenamiento de hidrógeno obtenidos mediante fuentes de energía renovables, con una potencia de 70kW.

El proyecto está compuesto por 2 prototipos separados:

- Planta de producción y almacenamiento de hidrógeno.
 - La energía obtenida de las placas solares y las turbinas eólicas es almacenada en forma de hidrógeno.
 - La planta tiene una eficiencia aproximada del 45%.
 - Se obtuvo una energía producida estimada de 84.000 kWh/año.
 - Coste de la energía eléctrica de 2,44 €/kWh, que es aproximadamente 10 veces su coste habitual.

- Sistema de aire acondicionado (frío solar).
 - Compuesta por 18 unidades usando metanol por adsorción para la producción y almacenamiento de agua fría.
 - La planta tiene una eficiencia aproximada del 13%.
 - El agua fría obtenida equivale a una energía equivalente estimada de 12.395kWh/año.

Con estas tecnologías actualmente no es económicamente rentable una instalación de este tipo, a pesar de la cantidad de emisiones de CO₂ que se podrían ahorrar.

Para más información consultar el sitio web www.hydrosolar21.com/index.htm

5.4.8. Proyecto Zero HytechPark



Proyecto ZERO HYTECHPARK – Cero emisiones usando energías renovables y tecnologías de hidrógeno para la construcción y movilidad sostenible en parques industriales [50].

El hidrógeno es una alternativa limpia a los combustibles fósiles. La eficiencia energética de los sistemas basados en hidrógeno está entre el 50-60% para aplicaciones de pilas de combustible y hasta el 80% para sistemas de cogeneración basada en pilas de combustible.

Con este proyecto se pretende conseguir un edificio del parque tecnológico Walqa en Huesca (España) con emisiones de CO₂ prácticamente nulas, promoviendo la movilidad sostenible por dicho parque.

Para ello, se introducirán soluciones energéticas en el edificio sede de la Fundación para el Desarrollo de las Nuevas Tecnologías del Hidrógeno en Aragón situado en el Parque Tecnológico Walqa en Huesca, cuyos resultados se podrán extrapolar al resto de edificios del complejo tecnológico, así como a otros parques.

Los objetivos principales que se quieren conseguir con este proyecto son:

- Definición de las soluciones más apropiadas para la integración y puesta en marcha de tecnologías energéticas sostenibles tanto en el edificio de la Fundación del Hidrógeno como en el Parque Tecnológico Walqa.

- Diseño de un sistema de acumulación de energía completo con hidrógeno generado a partir de energías renovables.
- Integración de pilas de combustible en el edificio de la Fundación para reducir la dependencia de combustibles fósiles.
- Aplicaciones para transporte en el Parque Tecnológico Walqa a partir de vehículos alimentados con hidrógeno y con cero emisiones.
- Sistema de cogeneración basado en tecnologías de hidrógeno y conexión con el sistema de calefacción del edificio de la Fundación.
- Sistema de suministro de energía a partir de pilas de combustible para satisfacer las demandas energéticas nocturnas del edificio de la Fundación.
- Desarrollo de un sistema óptimo de energía fotovoltaica e hidrógeno para satisfacer las necesidades diurnas del mismo edificio.
- Extrapolación de los resultados del proyecto a otros parques tecnológicos.
- Alta difusión del proyecto a nivel nacional e internacional.

Para la reducción de emisiones de CO₂ se pretende que:

- El suministro eléctrico provenga de energías renovables y de hidrógeno.
- La calefacción se obtenga de energías renovables y del calor residual de los equipos de hidrógeno.
- El transporte por el parque se realice con vehículos impulsados por hidrógeno.

Los equipos que se necesitan en este parque industrial son los siguientes:

1. Energía Solar Fotovoltaica → Producción de energía eléctrica.
 - Potencia instalada: 109kW
 - Marquesinas del parking de vehículos: 60kW
 - Paneles con seguidores solares: 40kW
 - Azotea de la fundación hidrógeno: 9kW
 - Energía generada: 122.000 kWh/año
 - Emisiones evitadas: 41.600 kg CO₂/año
2. Energía Eólica → Producción de energía eléctrica.
 - Potencia instalada: 638kW
 - Aerogenerador Vestas V29: 225kW
 - Aerogenerador Enercon-33: 333kW
 - Aerogenerador Largerway-LW18: 80kW
 - Energía generada: 540.000 kWh/año
 - Emisiones evitadas: 184.000 kg CO₂/año
3. Energía Solar Térmica → Calefacción.
 - Potencia instalada: 45kW
 - Energía generada: 5.400 kWh/año
 - Emisiones evitadas: 1.256.000 kg CO₂/año

La producción de hidrógeno dentro del parque se basa en la electrolisis alcalina, con sistemas de compresión de hidrógeno mediante hidruros metálicos basados en la quimiadsorción. Se incluye una pila de cogeneración, que es una pila de combustible para generación eléctrica y aprovechamiento de su excedente térmico para suelo radiante en el edificio. Los vehículos que se proponen para la circulación interna en el parque emplean pilas de combustible de hidrógeno, contando con una infraestructura de repostaje para este tipo de vehículos.

Los resultados totales de las soluciones implementadas y funcionando hasta la fecha de toma de datos asciende a una energía generada con fuentes renovables de 667.400 kWh/año, y una reducción de emisiones de 1.481.600 kg CO₂/año.

Al final de 2013, una vez concluido el proyecto, en se puso en marcha el Plan de comunicación After Life+ para divulgar los resultados del proyecto durante los siguientes 5 años a su finalización. Entre las acciones previstas están:

- La presentación de los resultados en congresos científicos, seminarios y jornadas técnicas.
- El mantenimiento de la página web del proyecto.
- La difusión de la información entre los medios de comunicación.

Toda la información sobre el proyecto se puede ampliar en www.zerohytechpark.eu

Con la presentación y estructuración de los proyectos expuestos se ha pretendido dar una visión general sobre los esfuerzos que se han realizado y se siguen realizando para conseguir reducir las emisiones en los parques industriales, basándose para conseguirlo en las mejoras de la eficiencia energética de las numerosas y diversas empresas que se pueden encontrar dentro un polígono industrial, en la implantación de fuentes de energías renovables y en el acercamiento a las pequeñas empresas de todos los conocimientos adquiridos y disponibles en esta materia.

Cabe destacar la enorme cantidad de proyectos que existen a estos efectos que no se han incluido en esta memoria ya que se ha querido realizar una síntesis de los más interesantes que sirvan como ejemplo e inspiración para impulsar futuros estudios.

Capítulo VI: Conclusiones

Tal como se indicó en los objetivos de esta memoria, la finalidad de la misma era realizar un compendio sobre las posibles actuaciones a desarrollar por las industrias y gobiernos para alcanzar una mejora de la eficiencia energética de las instalaciones y el uso de la energía, y así contribuir a la reducción de las emisiones de CO₂ que se concentran en las áreas industriales de toda Europa.

Tomando una visión general de lo expuesto anteriormente, se puede concluir que este tipo de acciones provienen de tres iniciativas diferentes:

1. Gobiernos y regulación:

La primera sección de actuaciones que se ha presentado corresponde a las normativas y acciones aprobadas y promovidas por la Unión Europea y los gobiernos nacionales. Estas encaminan sus contenidos a una regulación y fomento de la eficiencia, para ayudar al sector industrial a conseguir los resultados deseados a este efecto; así como el apoyo al empleo de energías renovables.

2. Estudios de investigación técnicos:

Seguidamente se ha presentado un resumen de diferentes guías técnicas encaminadas a la mejora de diferentes tecnologías e instalaciones susceptibles de ser mejoradas y/o modificadas para alcanzar la eficiencia. La atención se ha centrado en las mejoras posibles de instalaciones que emplean energía térmica y eléctrica, ya que son las dos fuentes de energía de principal consumo dentro de los polígonos industriales.

En esta sección también se ha incluido la norma ISO 50001, como guía de ayuda para la gestión energética de las empresas, así como tres estudios relacionados con algunos avances disponibles para mejorar esta gestión, centrandose la atención en la tecnología informática disponible a estos efectos, los indicadores clave de ciertos procesos y los objetivos idóneos para definir una buena gestión energética.

3. Proyectos de demostración:

El total de proyectos presentados en la memoria es de 28, los cuales provienen de diferentes iniciativas, pero en su mayoría surgen como colaboración entre distintos países dentro de la Unión Europea. Estos proyectos se han clasificado en cuatro grupos diferentes para ayudar a identificar sus objetivos, de este modo se tienen:

- 5 proyectos dedicados al desarrollo sostenible de polígonos industriales a partir de la reducción de emisiones y el incremento de la eficiencia energética.
- 5 proyectos centrados en cómo acercar los nuevos avances de eficiencia energética a las pequeñas y mediana empresas.
- 10 proyectos que se centran en un tipo de industria específico para mejorar su eficiencia y reducir sus emisiones, siendo susceptibles de encontrarse todos ellos dentro de un área industrial.
- 8 proyectos cuyo objetivo es fomentar el uso de energías renovables dentro de las empresas industriales como fuente de energía, con el desarrollo de casos demostrativos.

Bajo un marco político adecuado, el cual impulse y promueva una serie de medidas energéticas adecuadas para alcanzar el ahorro energético, la reducción de emisiones y la eficiencia energética, las industrias serán capaces de alcanzar un funcionamiento sostenible, bien mejorando sus instalaciones, o bien proyectando sus actividades desde su creación adoptando una filosofía y tecnología respetuosas con el medio ambiente y que aprovechen al máximo los recursos energéticos disponibles.

A la vista de lo expuesto en la memoria se debe pensar que, un primer paso a dar para alcanzar los objetivos de ahorro y eficiencia energética, es la implantación de los sistemas de gestión energética dentro de las empresas industriales. Estos van a ser los que ayuden a las mismas a identificar las oportunidades que cada uno de sus procesos y actividades puedan aportar a disminuir el consumo de energía y obtener los beneficios que ello conlleva.

Una de las opciones expuestas en la memoria, es la Norma ISO 50001, que ayuda a implantar sistemas de gestión energética en todo tipo de empresas y regiones, lo que la convierte en un referente a tener en cuenta para lograr con éxito una gestión del uso de la energía de manera eficiente.

Si se centra la atención sobre las empresas ya establecidas en los parques industriales, encontramos una amplia variedad de las mismas, por tanto las medidas y acciones disponibles para el ahorro de energía son muy variadas. Cada una de las empresas debe adquirir el compromiso que sea capaz de afrontar para optimizar sus procesos y su uso de la energía, de este modo una serie de pasos a seguir serían los siguientes:

- Realización de auditorías energéticas, las cuales ayuden a entender a los empresarios el modo en el que la energía se emplea en sus procesos.
- Identificación de los potenciales ahorros y mejoras como resultado de estas auditorías. Proyectos demostrativos, como ENGINE o Enerline incluidos en la memoria, ponen de manifiesto la necesidad de realizar informes y valoraciones específicas en cada empresa para conseguir adoptar las medidas óptimas en cada caso estudiado.
- Implantación de los sistemas de gestión energética que permitan llevar a cabo una regulación y control de las variables de cada proceso productivo y actividad consumidores de energía, con el fin de ser capaces de valorar cambios sustanciales en los mismo que requieran nuevas medidas para mejorar su eficiencia.
- Estudios de viabilidad económica de las posibles soluciones que mejoren la eficiencia y reduzcan el consumo de energía, los cuales permiten valorar a las propias empresas las diferentes posibilidades y sus inversiones para hacer frente al reto del ahorro energético y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Dentro de las empresas ya establecidas, el camino a seguir es una decisión que debe ser bien estudiada, ya que normalmente las acciones a realizar para obtener buenos resultados en forma de ahorro energético suelen estar ligadas a elevadas inversiones económicas. Las acciones más comunes son las que centran su atención en reducir el consumo de energía térmica y eléctrica de los procesos, ya que desde un punto de vista económico son las más asequibles. Sin embargo, ciertos procesos productivos y empresas son los escenarios idóneos para implantar nuevas tecnologías basadas en el ahorro de energía primaria y el uso de

fuentes de energía renovables, que conllevan inversiones superiores pero cuyos índices de rentabilidad deben ser tenidos en cuenta.

En el caso de la construcción de nuevas áreas industriales se hace necesario el establecimiento de pautas y normas a seguir por las diferentes industrias que en ellas se vayan a asentar. Cada una de las mismas debe ser capaz de gestionar el uso de la energía que consumen sus procesos de una manera sostenible, y teniendo en cuenta siempre las posibilidades locales de abastecimiento de energía de manera que se reduzcan las emisiones, como por ejemplo, estudiando las diversas fuentes de energía renovable disponibles en la zona donde se va a construir el polígono.

Del mismo modo, las empresas del nuevo polígono deben de ser conscientes de las ventajas que las construcciones eficientes desde un punto de vista energético aportan. Esto contribuirá a un menor consumo de energía de todo el área industrial, lo que se va a traducir en una reducción del cómputo global de emisiones de la misma.

Una vez tenidos en cuenta estos aspectos, cada empresa es responsable de valorar las diferentes opciones que se presentan para su abastecimiento energético. Para ello un factor clave es el estudio económico de cada una de las opciones, debiendo hacer diversos estudios de viabilidad según las tecnologías que se vayan a implantar y los consumos que se espera tener.

La implantación de nuevas tecnologías y mejoras de diferentes procesos productivos queda reflejada en esta memoria, tanto desde un punto de vista demostrativo con algunos de los proyectos expuestos, como desde el punto de vista tecnológico y normativo con las guías técnicas. Todo esto tiene como fin poner a disposición de todas aquellas personas y empresas que necesiten información sobre esta materia para conseguir hacer de los parques industriales un ejemplo de que el desarrollo sostenible es posible, necesitando para ello ahorrar energía mediante la mejora de la eficiencia por parte de todos sus consumidores.

Capítulo VII: Bibliografía

[1] Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y Desarrollo. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future* (1987) <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>

[2] International Energy Agency. *International Energy Outlook* (2013) <http://www.eia.gov/forecasts/ieo/>

[3] European Comission. *Energy, Transport and Environment Indicators, Eurostat Pocketbook* (2013). <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/publications/collections/pocketbooks>

[4] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía. *Plan de Ahorro y Eficiencia Energética 2011-20*. <http://www.idae.es/>

[5] Web Oficial de la Unión Europea. <https://europa.eu/>

[6] Ministerio de Industria, Energía y Turismo. <http://www.minetur.gob.es/>

[7] Comisión Nacional de la Energía. <http://www.cne.es/cne/Home>

[8] Boletín Oficial del Estado, <http://www.boe.es/>

[9] Proyecto Enering, <https://eneringlife.eu/>

[10] Raymond P. Côté. *Designing eco-industrial parks: a synthesis of some experiences*, Journal of Cleaner Production, Volume 6, Issues 3-4.

[11] E.A. Abdelaziz, R. Saidur. *A review on energy saving strategies in industrial sector*, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 15, Issue 1 (2011).

[12] Kanako Tanaka. *Review of policies and measures for energy efficiency in industry sector*, Energy Policy, Volumen 39, Issue 10 (2011)

[13] Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo* (1992). <http://www.un.org/spanish/esa/sustdev/documents/declaracionrio.htm>

[14] Framework Convention on Climate Change, United Nations. *Report of the conference of the parties on its third session*, Kyoto (1997) <http://unfccc.int/cop3/>

[15] Cumbre del G8 de 2005, Gleneagles. <http://www.g8.utoronto.ca/summit/2005gleneagles/index.html>

[16] R.Kannan, W.Boie. *Energy Management Practices in SME*, Energy Conversion and Management. Volume 44, Issue 6 (2003)

[17] Organización Internacional para la Estandarización,
<http://www.iso.org/iso/home.html>

[18] Martjin G. Rietbergen, Kornelis Blok. *Setting SMART targets for industrial energy use and industrial energy efficiency*, Energy Policy, Volumen 38, Issue 8, Pages 4339-4354 (2010)

[19] Leopoldo Nahuel, José Maccarone, Javier Marchesini, Marcelo D.Ambrosio, Laura Cantallops. *Métodos y Tecnología Informática aplicada al desarrollo de Sistemas de Gerenciamiento Energético en apoyo a ISO 50001*.

[20] Katharina Bunse. *Integrating energy efficiency performance in production management*, Journal of Cleaner Production, Volume 19, Issues 6-7 (2011).

[21] *Guía de Ahorro Energético en Instalaciones Industriales*, Fenercom.
<https://www.madrid.org/>

[22] *Mejoras horizontales de ahorro y eficiencia energética del sector industrial – Ejemplos Prácticos*, Junta de Castilla y León. <http://www.energia.jcyl.es/>

[23] *Guía de la Cogeneración*, Fenercom. <https://www.madrid.org/>

[24] *Guía básica de redes de calor y frío*, Instituto Catalán de Energía (2011).
<http://www.idae.es/>

[25] *Mejoras horizontales de ahorro y eficiencia energética del sector industrial – Energía Eléctrica*, Junta de Castilla y León. <http://www.energia.jcyl.es/>

[26] *Tips for Energy saving in industrial equipment*, Meghalaya State Designated Agency. <http://msda.nic.in/downloads.html>

[27] Proyecto MEID, <https://meid.eu/>

[28] Proyectos Clima, http://www.magrama.gob.es/es/cambio-climatico/temas/fondo-carbono/Listado_49_Proyectos_Clima_Seleccionados_2013_tcm7-312190.pdf

[29] Proyecto REEMAIN, <https://remain.eu/>

[30] Proyecto Green-Foods, <http://www.green-foods.eu/es/>

- [31] Proyecto Enerline, <https://www.camaramadrid.es/asp/Enerline/eficiencia.htm/>
- [32] Proyecto CHANGE, <http://www.eurochambres.ue/>
- [33] Proyecto ENGINE, <http://www.engine-sme.ue/>
- [34] Proyecto BESS, <https://www.bess-project.info/>
- [35] Proyecto ENECO, http://www.crana.org/es/empresas-rse/iniciativas_4/cinter/
- [36] Proyecto ICE-E, <http://www.khlim-inet.be/drupalice/>
- [37] Proyecto ExBESS, <http://www.bess-project.info/>
- [38] Proyecto EINSTEIN, <http://www.einstein-energy.net/>
- [39] Proyecto O₂GEN, <http://www.einstein-energy.net/>
- [40] Proyecto Recipe, <http://www.eurecipe.com/>
- [41] Proyecto Ener-Plast, www.enerplast.eu
- [42] Proyecto EUPlast-Voltage, <http://www.euplastvoltage.eu/es/>
- [43] Proyecto GERONIMO, <http://www.dairyenergy.eu/>
- [44] Proyecto SurfEnergy, <http://surfenergy.eu/joomla/>
- [45] Proyecto S2BIOM, <http://www.s2biom.eu/>
- [46] Proyecto BIOSIT, <http://www.etaflorence.it/biosit/Overview.htm>
- [47] Proyecto MORE, *Market of Olive Residues for Energy – Final Publishable Report*, <http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/en/projects/more>
- [48] Proyecto EINSTEIN, <http://www.einstein-project.eu/>
- [49] Proyecto HydroSolar21, <http://www.hydrosolar21.com/index.htm>
- [50] Proyecto ZERO HytechPack, <http://www.zerohytechpark.eu/es>